COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-DOUZIÈME.

JANVIER — JUIN 1891.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1891

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1891.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (C. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✻.
DARBOUX (Jean-Gaston) ✻.
POINCARÉ (Jules-Henri) ✻.
PICARD (Émile).

Section II. — *Mécanique.*

RESAL (Henry-Amé) (O. ✻).
LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) ✻.

Section III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LŒWY (Maurice) (O. ✻).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) ✻.
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✻.

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. C. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. C. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) ✻.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) ✻.
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) ✻.
BECQUEREL (Antoine-Henri) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

FREMY (Edmond) (C. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. ✻).
FRIEDEL (Charles) (O. ✻).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ✻).
SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. ✻.
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ✻).
MALLARD (François-Ernest) (O. ✻).

SECTION VIII. — *Botanique.*

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✻).
REISET (Jules) (O. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ✻).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (O. ✻).
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ✻).
EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. ✻).
SAPPEY (Phibert-Constant) (C. ✻).
RANVIER (Louis-Antoine) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (O ✻).
RICHET (Didier-Dominique-Alfred) (C. ✻).
CHARCOT (Jean-Martin) (O. ✻).
BROWN-SÉQUARD (Charles-Édouard) ✻.
BOUCHARD (Charles-Jacques) ✻.
VERNEUIL (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ✻), pour les Sciences physiques.

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.

PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Dubois) ✻.

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Sir Richard) (O. ✻), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (Sir George-Biddell) ✻, à Greenwich.
TCHÉBICHEFF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ✻).
THOMSON (Sir William) (C. ✻), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant :

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ✻, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ☼, à Versailles.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ☼), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ☼, à Genève.
BELTRAMI (Eugène), à Pavie.
GILBERT (Louis-Philippe), à Louvain.
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ☼), à Pulkowa.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), ☼, à Marseille.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ☼, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
WOLF (Rudolf), à Zurich.
LANGLEY (Samuel), à Washington.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ☼), à Versailles.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ☼), à Stockholm.
IBAÑEZ DE IBERO, marquis DE MULHACÉN (Gal Charles) (G. O. ☼), à Madrid.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio de Janeiro.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ✻), à Berlin.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ✻), à Bordeaux.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire), à Lyon.
RAOULT (François-Marie) ✻, à Grenoble.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
STAS (Jean-Servais) ✻, à Bruxelles.
REBOUL (Pierre-Edmond) ✻, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Oxford.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
SCACCHI (Arcangelo), à Naples.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ✻, à Alger.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) ✻, à Aix.
CLOS (Dominique), à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior), à Buitenzorg, près Batavia (Java).

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
CORVO (João DE ANDRADE) (G. C. ✻), à Lisbonne.
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. ✻), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) ✻, à Rouen.
ARLOING (Saturnin) ✻, à Lyon.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN) (O. ✻), à Louvain.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
VOGT (Carl) ✻, à Genève.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
COTTEAU (Gustave-Honoré) ✻, à Auxerre.
MARION (Antoine-Fortuné) ✻, à Marseille.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ✻, à Lyon.
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

FREMY.
BECQUEREL (Edmond).
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1890.

(*Voir* à la page 15 de ce Volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. d'Abbadie obtient	47	suffrages.
M. A. Cornu »	7	»
M. Lœwy »	5	»

Il y a un bulletin blanc.

M. d'Abbadie, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1891.

L'Académie procède ensuite, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres, qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1891, et qui doivent être pris, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **Fremy** et **Edmond Becquerel** réunissent la majorité absolue des suffrages et sont élus Membres de la Commission.

M. **Hermite** fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1890 :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1891.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CVIII (1er semestre 1889) et le Tome CIX (2e semestre 1889) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1890 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLV renferme un Mémoire intitulé : *Écrit posthume de Descartes : De solidorum elementis.* Texte latin (original et revu) suivi d'une traduction française avec notes; par M. de Jonquières.

Ce Mémoire forme sept feuilles.

Mémoires présentés par divers savants. — Le Tome XXXI renferme :

1° Un Mémoire de Mme Sophie de Kovalevsky, intitulé : « Sur un cas particulier du problème de la rotation d'un corps pesant autour d'un point fixe, où l'intégration s'effectue à l'aide de fonctions ultra-elliptiques du temps. »

Ce Mémoire forme huit feuilles.

2° Un Mémoire de M. Ch. Cellerier, intitulé : « Sur les variations des excentricités et des inclinaisons. »

Ce Mémoire formera vingt-sept feuilles, dont six sont tirées.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1890.

Membres décédés.

Section de Minéralogie : M. **Hébert**, décédé le 4 avril.
Section d'Économie rurale : M. **Peligot**, décédé le 15 avril.

Membres élus.

Section de Mécanique : M. **Léauté**, le 28 avril, en remplacement de M. Phillips, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Mallard**, le 15 décembre, en remplacement de M. Hébert, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1890.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique : M. **Dausse**, à Grenoble, décédé le 16 janvier.

Section de Géographie et Navigation : M. **Tchiatchef**, à Florence, décédé le 13 octobre.

Section de Physique générale : M. **Hirn**, à Colmar, décédé le 14 janvier; M. **Soret**, à Genève, décédé le 13 mai.

Section de Chimie : M. **Chancel**, à Montpellier, décédé le 5 août.

Section de Minéralogie : M. **Favre**, à Genève, décédé le 11 juillet.

Correspondants élus.

Section de Mécanique : M. **Beltrami**, à Pavie, le 20 janvier, en remplacement de M. Clausius, décédé; M. **Gilbert**, à Louvain, le 3 février, en remplacement de M. Broch, décédé.

Section de Physique générale : M. le baron **Rayleigh**, à Essex, le 10 mars, en remplacement de M. Kirchhoff, décédé; M. **Soret**, à Genève, le 17 mars, en remplacement de M. Joule, décédé; M. **Amagat**, à Lyon, le 5 mai, en remplacement de M. Terquem, décédé; M. **Raoult**, à Grenoble, en remplacement de M. Hirn, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. **Dausse**, à Grenoble, décédé le 16 janvier 1890.

Section d'Astronomie : M. **d'Oppolzer**, à Vienne, décédé le 26 décembre 1886; M. **Warren de la Rue**, à Londres, décédé le 19 avril 1889.

Section de Géographie et Navigation : M. **Pissis**, à Santiago, décédé le 20 janvier 1889; M. **Tchihatchef**, à Florence, décédé le 13 octobre 1890.

Section de Physique générale : M. **Soret**, à Genève, décédé le 13 mai 1890.

Section de Chimie : M. **Chancel**, à Montpellier, décédé le 5 août 1890.

Section de Minéralogie : M. **Favre**, à Genève, décédé le 11 juillet 1890.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Donders**, à Utrecht, décédé le 24 mars 1889.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** et des **Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection de M. *Mallard*, pour remplir, dans la Section de Minéralogie, la place laissée vacante par le décès de M. *Edmond Hébert*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Mallard** prend place parmi ses Confrères.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur l'onde explosive, sur les données caractéristiques de la détonation et sa vitesse de propagation dans les corps solides et liquides, et spécialement dans le nitrate de méthyle;* par M. **Berthelot.**

« La propagation de la détonation dans les mélanges gazeux obéit à des lois très simples : elle donne naissance à une véritable onde explosive, assujettie aux lois fondamentales de la propagation des phénomènes ondu-

latoires, tels que le son. C'est ce que nous avons établi, M. Vieille et moi, par une longue suite d'expériences, faites sur les systèmes gazeux les plus divers ([1]).

» Les vitesses de détonation observées dans les systèmes gazeux atteignent jusqu'à 2800^m par seconde : elles dépendent de la chaleur développée, et elles répondent à un état tel que la masse gazeuse conserve pendant la propagation du mouvement la totalité de la force vive produite par la réaction chimique, c'est-à-dire la totalité de la chaleur dégagée par celle-ci : vérification fort importante, car elle prouve que les pressions dans un gaz qui détone se développent trop rapidement pour être influencées d'une manière notable par les déperditions de chaleur dues au rayonnement ou à la conductibilité, et elle paraît même exclure, dans la plupart des cas, l'hypothèse d'une dissociation un peu considérable.

» Ces conclusions reposent sur trois séries d'expériences que je demande la permission de rappeler. Par les unes, nous avons constaté que la vitesse de l'onde explosive dans un même système est indépendante de la pression, sous des pressions qui ne surpassaient pas 2^{atm}, mais qui ont varié de 1 à 3 ([2]). Elle est également la même dans un tube en caoutchouc et dans un tube en métal, malgré la grande différence des deux enveloppes, au point de vue des pertes de chaleur par conductibilité et par rayonnement. Dans d'autres expériences, nous avons montré que les pressions développées dans un mélange explosif déterminé, brûlé à différentes températures initiales (dans un bain d'huile), sont sensiblement proportionnelles à la densité du système gazeux ([3]). Enfin la même conclusion résulte d'une façon plus rigoureuse encore des expériences faites sur *les mélanges gazeux isomères*, c'est-à-dire fournissant les mêmes produits de combustion, avec des dégagements de chaleur qui ont varié du simple au double; les pressions ayant varié précisément dans le même rapport que les quantités de chaleur développées au sein du système, et les mesures ayant été prises sur deux systèmes tels que le temps écoulé jusqu'au moment du maximum de pression (soit $0^s,014$) a été reconnu identique ([4]). Résultats d'autant plus décisifs qu'ils sont indépendants de toute hypothèse sur les lois et la constitution physique des gaz : il en est de même

---

([1]) *Voir* mon Traité *Sur la force des matières explosives,* t. I, p. 133.

([2]) Ouvrage précédent, t. I, p. 150.

([3]) *Ann. de Chimie et de Phys.,* 6e série, t. IV, p. 49.

([4]) Même Recueil, p. 50.

des conclusions auxquelles ils conduisent sur la constance des chaleurs spécifiques des gaz sous diverses pressions et sur leur variabilité, au contraire, avec la température.

» Le nouveau mouvement ondulatoire que nous avons découvert offre un caractère fort différent de celui du son; car les ébranlements, au lieu d'y être extrêmement petits, comme on les suppose d'ordinaire dans l'étude des phénomènes sonores, atteignent, au contraire, une très grande intensité, puisqu'ils répondent à une transformation chimique dans laquelle la température s'élève à plusieurs milliers de degrés, les phénomènes qui se propagent avec cette vitesse étant à la fois d'ordre chimique et d'ordre physique : double caractère qu'il importe de ne pas oublier, lorsqu'on veut les comparer avec les phénomènes physiques plus simples de la propagation du son.

» Ces faits étant constatés, il a paru utile et nécessaire d'en poursuivre l'étude sur des matières plus condensées que les gaz et obéissant à des lois physiques très différentes, tels que les explosifs solides et liquides. Une telle étude expérimentale faisait nécessairement partie des travaux de la Commission des substances explosives, et ce sont les résultats observés par elle à cet égard dont je vais entretenir l'Académie.

» Un certain nombre lui ont déjà été communiqués, il y a quelques années : ils sont décrits dans les *Annales de Chimie et de Physique* (6e série, t. VI, p. 556). Je rappellerai qu'ils ont été obtenus avec des tubes métalliques, plomb et étain, de grande longueur, 100^m par exemple, et de faible diamètre. C'est avec la nitromannite que nous avons atteint la vitesse maximum, 7700^m par seconde.

» Pour pousser plus loin cette étude, j'ai pensé qu'il y avait lieu d'opérer méthodiquement avec une substance explosive homogène, très fluide, contenue enfin dans des tubes de résistance fort inégale, mais de masse comparable et, s'il se pouvait, assez résistants pour ne pas être brisés par l'explosion. Cependant ce dernier résultat n'a pas pu être atteint, les tubes les plus solides ayant été brisés, et il paraît même exister, comme il sera dit tout à l'heure, des raisons théoriques qui rendent l'expérience complète inexécutable.

» En raison de cette circonstance, le mode de propagation du phénomène explosif est plus complexe, la masse qui se transforme ne demeurant pas dans un état uniforme, propagé de tranche en tranche. Mais l'état qu'elle présente n'en offre pas moins un grand intérêt, tant au point de vue des applications qu'à celui de la théorie pure; car il manifeste les pro-

priétés de la matière soumise à la fois à une température de 3000° à 4000° et à une pression de plusieurs milliers d'atmosphères.

» Nous avons choisi, pour exécuter ces nouvelles expériences, le nitrate de méthyle, liquide très mobile, avec lequel il est facile de procéder au remplissage des tubes (¹).

» Définissons d'abord les données caractéristiques de la détonation du nitrate de méthyle, conformément à la méthode générale suivie dans mon Traité *Sur la force des matières explosives*. Ce sont : les équations chimiques de la décomposition et les volumes gazeux spécifiques correspondants; la chaleur de formation du composé par les éléments et sa chaleur de décomposition; la pression développée par la détonation, sous diverses densités de chargement; enfin la vitesse de détonation, observée dans des tubes de diverses matières.

» *Équation chimique.* — La formule du nitrate de méthyle étant $C^2H^2(AzO^6H)$, sa décomposition explosive ne peut guère donner lieu qu'aux deux systèmes suivants

$$CO^2 + CO + Az + 3HO \quad \text{ou bien} \quad 2CO^2 + Az + H + 2HO,$$

ou bien à un mélange de ces deux systèmes.

» *Volume gazeux spécifique.* — Le volume gazeux spécifique produit par ces deux systèmes (eau gazeuse), est représenté par la même formule, soit

$$66^{\text{lit}},96(1 + \alpha t), \text{ pour } 77^{\text{gr}} \text{ (²)},$$

c'est-à-dire

$$870^{\text{lit}}(1 + \alpha t), \text{ pour } 1^{\text{kg}} \text{ de matière};$$

ou bien encore

$$1028^{\text{lit}}(1 + \alpha t), \text{ pour } 1^{\text{lit}} \text{ de nitrate de méthyle liquide},$$

la densité de ce corps étant 1,182 à la température ordinaire.

(¹) M. Bruneau, Ingénieur des Poudres et Salpêtres, doit être spécialement remercié du concours qu'il a donné à ces délicates et dangereuses expériences.

(²) La valeur de t varie suivant l'équation adoptée, mais entre des limites peu étendues.

» *Chaleurs de formation et de décomposition.* — La chaleur de formation du nitrate de méthyle par ses éléments :

$$C^2 + H^3 + Az + O^6 = C^2H^2(AzO^6H)$$

a été évaluée (*Force des matières explosives*, t. II, p. 194) à $+39^{Cal},6$; nombre qui devient $+39^{Cal},9$, d'après la nouvelle chaleur de combustion ($+94^{Cal},3$, pour 12^{gr}) du carbone, que nous avons mesurée avec M. Petit.

» On en déduit pour la chaleur de décomposition, d'après la première équation : $+107^{Cal},7$; d'après la seconde : $+112^{Cal},6$, à pression constante, l'eau étant supposée gazeuse; soit pour 1^{kg} de nitrate de méthyle 1400^{Cal} et 1462^{Cal} respectivement. La moyenne, 1431^{Cal}, peut être appliquée sans erreur notable au phénomène réel.

» Les données caractéristiques, pour 1^{kg} de la matière explosive, sont donc

$$870^{lit} \quad \text{et} \quad 1431^{Cal}.$$

» Voici celles qui répondent aux matières explosives les plus énergiques, l'eau étant supposée gazeuse, et la décomposition faite sous pression constante :

	lit		Cal
Nitroglycérine	713	et	1459
Nitromannite	692	et	1427
Poudre-coton	859	et	1010

» On voit que le nitrate de méthyle offre des valeurs voisines et même un peu supérieures, par rapport à celles qui répondent à la nitroglycérine et à la nitromannite.

» *Pressions de détonation.* — Ces pressions ont été mesurées par M. Vieille avec des appareils crushers à piston pesant, lourd de 4^{kg}, afin de prévenir les à-coups de pression qui pourraient être enregistrés par des pistons trop légers. Le tarage a été fait par les méthodes ordinaires de MM. Sarrau et Vieille. Voici les résultats observés :

Densité de chargement Δ.	Pression *p*.
0,1	933^{kg}
0,2	2286^{kg}

» On déduirait de la moyenne de ces données, par un simple calcul de proportionnalité, une pression de 10360^{kg}, pour la densité de chargement

égale à l'unité, et de 12000^{kg} environ, pour le nitrate de méthyle détonant dans son propre volume. Mais ce calcul n'est pas rigoureux, parce qu'il faut tenir compte du covolume, ou, plus exactement, du volume limite, au-dessous duquel les gaz ne peuvent être comprimés : covolume négligeable au voisinage de la pression ordinaire, mais qui joue un si grand rôle dans l'étude du point critique et de la compressibilité des gaz. En faisant intervenir cette donnée, et d'après une notation connue, on aura

$$p = \frac{f\Delta}{1-\alpha\Delta}, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad f = \frac{p(1-\alpha\Delta)}{\Delta};$$

p et Δ sont connus. Pour calculer α, nous prenons le covolume moyen $\frac{1}{1000}$ admis pour les gaz CO^2, CO, HO et Az, et le volume spécifique, 870^{lit}, qui répond à 1^{kg} : ce qui donne le nombre 0,87.

» On en déduit, d'après la première expérience, les valeurs suffisamment concordantes :

$\Delta = 0,1$,	$f = 8518$
$\Delta = 0,2$,	$f = 9441$
Moyenne...	8980^{kg}

ou 9000^{kg}, en nombre rond.

» Pour la densité 1,182, on aurait dès lors 10600^{kg} environ, valeur qui répondrait à la pression développée pour le nitrate de méthyle détonant dans son propre volume.

» Pour le fulmicoton rapporté à la densité 1, on a trouvé précédemment une valeur voisine de 10000^{kg}; pour la dynamite, 10376^{kg}; pour la nitromannite, vers 11000^{kg}, etc.

» Toutes ces matières, ramenées à une même densité de chargement, fournissent en effet, d'après l'expérience, des pressions voisines.

» Vitesse de détonation. — Les expériences ont été exécutées par les mêmes méthodes que précédemment, avec du nitrate de méthyle contenu dans une série de longs tubes mis bout à bout, les vitesses étant enregistrées à l'aide des chronographes déjà décrits. La matière des tubes a été choisie de façon à en faire varier la constitution physique et la résistance, dans les conditions les plus étendues; on a employé en effet des tubes élastiques en caoutchouc, des tubes de verre de diverses épaisseurs, des tubes en métal anglais, enfin des tubes d'acier offrant le maximum de résistance possible.

» Voici le sommaire des résultats :

» I. *Tubes en caoutchouc* (*entoilé*). — Diamètre intérieur 5^{mm}; dia-

mètre extérieur 12^{mm}. Entre le premier et le deuxième interrupteurs, distants de 10^{m}, $v = 1616^{m}$ par seconde. Au delà, la propagation s'est faite irrégulièrement et a donné lieu à une seconde détonation, circonstance attribuable sans doute à la perturbation produite par la déchirure du tube.

» Le tube a été déchiré en longues lamelles irrégulières, dirigées en général selon un plan passant par l'axe. Ce mode de rupture établit la presque instantanéité des réactions.

» II. *Tubes de verre.* — On a fait varier le rapport du diamètre intérieur à l'épaisseur dans des limites très considérables : depuis 3^{mm} (diamètre intérieur) à $4^{mm},5$ (épaisseur), jusqu'à 5^{mm} (diamètre intérieur) à 1^{mm} (épaisseur). Au-dessous de cette épaisseur relative, il n'a pas été possible de poursuivre les essais, les tubes étant constamment brisés au voisinage de l'origine, quels qu'aient été les artifices mis en œuvre. Les expériences ayant été très nombreuses, nous nous bornerons à donner ici les résultats extrêmes.

Diamètre intérieur.	Épaisseur.	Vitesse par seconde.
mm	mm	m
3	4,5	2482
3	2	2191
5	1	1890

» Ainsi, en général, la vitesse observée diminue avec l'épaisseur : ce qui signifie que la rupture des tubes ne se produit qu'à partir d'une certaine pression, variable avec leur résistance, et dont l'établissement exige un temps comparable avec la vitesse même de propagation de l'explosion. Rien n'indique, d'ailleurs, que cette vitesse ait approché de sa limite. Le verre le plus mince a résisté plus longtemps que le caoutchouc entoilé. Les tubes, d'ailleurs, sont pulvérisés.

» III. *Tubes en métal anglais.* — 3^{mm} diamètre intérieur et $4^{mm},8$ épaisseur; vitesse 1230^{m}.

» Ce métal offre peu de résistance et cède plus vite que le verre le plus mince; plus vite encore que le caoutchouc entoilé.

» IV. *Tubes d'acier.* — Tubes étirés à la filière, en bouts longs de 5^{m} et recuits avec le plus grand soin, de façon à prévenir toute structure cristalline. 3^{mm} diamètre intérieur; 15^{mm} diamètre extérieur.

	m
Premier essai. Du premier au deuxième interrupteur	2084
Sur 20^{m}	2155
Deuxième essai	2094

» Tous les tubes s'ouvrent pendant l'explosion et sont fendus le plus souvent suivant un plan diamétral, en formant des fragments en longues lamelles, tout à fait analogues à ceux des tubes de caoutchouc : similitude remarquable qui atteste l'homogénéité de l'acier et définit le caractère de son élasticité.

» La vitesse observée avec l'acier est supérieure à celle du caoutchouc, sans atteindre tout à fait celle qui a été obtenue avec les tubes de verre les plus épais : circonstance attribuable à la rigidité de la matière de ces derniers. Les unes et les autres sont d'ailleurs fort inférieures aux vitesses de 6000^m à 8000^m, observées avec des matières solides comprimées, telles que le coton-poudre; ou pulvérulentes, telles que la nitromannite ou l'acide picrique. Je reviendrai tout à l'heure sur ce point.

» La fracture de tubes d'acier aussi épais montre qu'il n'y a pas d'espérance de réussir à produire la détonation d'une matière explosive liquide dans un vase métallique, sans le briser, quelle qu'en soit l'épaisseur. Les raisons théoriques de ce fait méritent d'être développées.

» La théorie de l'élasticité établit d'abord que la résistance d'un tube métallique ne croît pas indéfiniment avec son épaisseur. La résistance tend vers une limite déterminée, au delà de laquelle la paroi métallique se déchire, quelle qu'en soit l'épaisseur. Or les matières explosives liquides, telles que le nitrate de méthyle, offrent une particularité remarquable : le volume défini par leur densité est plus petit que le volume limite, audessous duquel les gaz, ou les liquides produits par leur explosion, ne sont pas susceptibles d'être réduits par la pression développée, dans les limites de nos expériences. On sait en effet que les gaz ne peuvent pas être réduits indéfiniment par la compression, leur compressibilité diminuant de plus en plus, à partir d'une certaine limite. *A fortiori* en est-il de même des liquides, tels que l'eau, et des solides, que l'on ne saurait guère amener à un volume notablement moindre que celui qu'ils possèdent sous la pression normale : c'est ce qui avait fait croire autrefois que l'eau est incompressible, et ce que l'on cherche à représenter par la notion du covolume des gaz : la matière tend en quelque sorte vers un état limite, qui la rapprocherait d'un état de continuité absolue, les forces répulsives entre les particules croissant au delà de toute limite, au fur et à mesure que le rapprochement des molécules ultimes devient plus considérable.

» Supposons, pour préciser, que les gaz produits par l'explosion du nitrate de méthyle : acide carbonique, oxyde de carbone, azote, eau gazeuse, à la température de 3000° environ développée par l'explosion, tendent vers

une densité voisine de l'unité, densité dont ils paraissent approcher en effet aux basses températures de leur liquéfaction : leur volume possible demeurera supérieur de près d'un cinquième à celui du nitrate de méthyle (densité 1,182) : ce qui signifie qu'ils développeront, dans l'espace occupé par ce liquide, une pression supérieure à toute grandeur expérimentale donnée. Dès lors le vase sera nécessairement rompu, avant que la totalité de la matière ait détoné; et il le sera à un moment qui variera suivant sa propre résistance instantanée; résistance différente d'ailleurs de la résistance statique du même vase, telle qu'elle est mesurable au moyen de la presse hydraulique, comme on le fait en général, ou bien au moyen de la dilatation d'un liquide par la chaleur, comme j'ai proposé de le faire autrefois.

» Les considérations que je viens d'exposer, à l'occasion du nitrate de méthyle, s'appliquent d'une façon générale aux matières dont on cherche à provoquer la décomposition dans leur propre volume. Soit, par exemple, l'eau oxygénée se décomposant en eau et oxygène. La densité de l'eau oxygénée étant 1,452, celle de l'eau 1,0 et celle de l'oxygène liquide 0,9, d'après Wroblewsky; le volume moléculaire des produits sera voisin de 36, celui du composé étant 23,4 : c'est-à-dire que la décomposition donne lieu à une dilatation de 54 centièmes; dilatation qu'aucune pression réalisable ne saurait compenser.

» Soit encore le fulminate de mercure. Sa densité étant 4,43, son volume moléculaire égale 64,1. Or le volume des produits de sa décomposition (mercure liquide, et oxyde de carbone supposé = 1) serait 99 : il y a donc dilatation des 55 centièmes. C'est cette grande densité et cette énorme dilatation, jointes à la vitesse de détonation, qui expliquent le caractère brisant du fulminate et la façon dont les gaz mêmes produits par son explosion laissent sur les métaux les plus durs des empreintes tracées comme au burin. J'ai insisté ailleurs sur ces points et j'ai montré comment ils expliquent les propriétés de détonateur, si caractéristiques dans le fulminate de mercure [1].

» Soit encore l'azotate d'ammoniaque. Sa densité étant 1,71, son volume moléculaire sera $48^{cc},2$; le volume des produits étant 80, il y aurait dilatation de 65 centièmes, au moment de l'explosion.

» Les relations que je signale en ce moment, sont d'autant plus intéressantes qu'elles s'appliquent à des composés explosifs, c'est-à-dire tels

[1] *Sur la force des matières explosives* (voir l'*Index*).

que leur régénération au moyen des produits de décomposition exige une absorption de chaleur considérable. Cependant une semblable formation endothermique donne lieu à des contractions de volume énormes et non moins grands que ceux qui répondent aux combinaisons exothermiques les mieux caractérisées. C'est là un résultat d'une grande importance, parce qu'il contredit la généralité des rapports que l'on a souvent cherché à établir entre les changements de volume et la chaleur dégagée dans les réactions chimiques.

» Mais revenons à l'étude des vitesses inégales, à partir desquelles on constate la rupture des vases remplis de matières explosives : cette étude donne lieu en effet à des considérations fort dignes d'intérêt, soit pour la théorie, soit pour la pratique.

» A mesure que les pressions instantanées s'accroissent dans nos tubes d'une façon indéfinie, les vitesses de propagation du mouvement explosif qui en dépendent croissent nécessairement aussi de plus en plus; de telle sorte que les tubes les plus résistants et les plus rigides sont à la fois ceux qui supporteront les plus grandes pressions instantanées et ceux qui propageront l'explosion avec la plus grande vitesse, avant de se fendre : ce que l'expérience vérifie. Dans des systèmes aussi condensés, la vitesse de propagation du mouvement explosif doit devenir comparable à celle du son dans les solides, vitesse qui atteindrait des valeurs voisines de 5000^m par seconde dans des solides suffisamment rigides, tels que le fer, le verre ou le bois de sapin, d'après les résultats obtenus par Wertheim sur les vibrations longitudinales des verges. On arrive à des valeurs du même ordre de grandeur d'après la considération du covolume, ainsi que le montre une Note de M. Vieille, que je l'ai prié de rédiger et que je présente aujourd'hui à l'Académie, en même temps que le travail actuel.

» Examinons de plus près ce qui se passe dans la réalité, c'est-à-dire lorsqu'une matière explosive détone dans un tube, la détonation étant provoquée, à l'origine, par le choc violent du fulminate de mercure, qui porte aussitôt à l'extrême la pression initiale, la chaleur qu'elle dégage et les réactions chimiques, développées de tranche en tranche, qui en sont la conséquence.

» Aucun régime régulier répondant à l'explosion de la matière dans son propre volume ne saurait s'établir, puisque le tube est nécessairement rompu, ainsi qu'il vient d'être montré. Cependant, si le tube est homogène, et la matière uniformément répandue, et douée d'une structure telle que les pressions et réactions puissent s'y propager de couche en couche d'une

façon régulière, le tube se rompra aussi régulièrement, de proche en proche, au fur et à mesure que la pression propagée atteindra une certaine limite, et il pourra s'établir ainsi un régime de détonation spécial, qui dépendra des conditions réalisées dans le système. On observera alors une vitesse de propagation peu différente pour chaque système donné, mais très variable d'un système à l'autre, même avec une matière explosive déterminée.

» C'est en effet ce qu'on reconnaît avec le nitrate de méthyle détonant dans les tubes d'acier, qui ont donné des vitesses de propagation à peu près constantes, voisines de 2100^{m}, et doubles environ de ce qu'on a mesuré avec un tube en caoutchouc, rempli de la même matière. Les tubes de verre et le nitrate de méthyle ont fourni des résultats moins réguliers, parce que l'élasticité du verre n'entre pas en jeu de la même façon, ni avec la même régularité que celle de l'acier ou du caoutchouc; cependant, les vitesses de propagation pour une épaisseur donnée tendent aussi vers certaines valeurs moyennes, croissantes avec l'épaisseur des tubes de verre.

» Ce régime de détonation dépend de la nature de l'enveloppe, comme le montrent les faits ci-dessus et ceux dont il sera question tout à l'heure; mais il dépend aussi de la structure propre de la matière explosive, ainsi que je vais le rappeler.

» En effet, la nitroglycérine, dans des tubes de plomb de 3^{mm} de diamètre intérieur, a donné des vitesses voisines de 1300^{m}; tandis que la dynamite, dans des tubes métalliques pareils, atteint 2700^{m}. Ces nombres varient d'ailleurs notablement d'un essai à l'autre, comme on devait s'y attendre d'après les considérations précédentes.

» On remarquera la vitesse beaucoup plus grande atteinte par la dynamyte, ce qui est conforme à des mesures analogues de M. Abel. Elle met en évidence l'influence de la structure de la matière explosive sur la vitesse de propagation de l'explosion : la nitroglycérine pure, liquide visqueux, transmettant le choc qui détermine la détonation bien plus irrégulièrement que la silice imbibée d'une manière uniforme avec le même liquide. La dynamite au mica produit des effets encore plus considérables, d'après les observations : ce qui pouvait être également prévu, en raison de la structure cristalline du mica, substance moins déformable que la silice amorphe.

» Cette dernière induction est confirmée par les observations faites sur la nitromannite, substance solide cristallisée : elle paraît, en raison de cette circonstance, plus apte à transmettre la détonation que le nitrate de

méthyle liquide ; et elle a donné, en effet, sous des densités de chargement égales à 1,9, dans des tubes de plomb de $1^m,9$ de diamètre intérieur, des vitesses à peu près régulières de 7700^m. De même l'acide picrique, également cristallisé : 6500^m. Ce contraste entre le nitrate de méthyle liquide et les composés nitriques cristallisés est, on le voit, tout à fait d'accord avec celui qui a été observé entre la nitroglycérine et les dynamites.

» Au contraire, dans certains systèmes pulvérulents, rapprochés d'une continuité complète par une compression suffisante, l'expérience prouve qu'il existe une limite de compression, au delà de laquelle l'amorce au fulminate ne fait plus détoner la masse : c'est là, du moins, ce qui a été observé avec certaines poudres au chlorate de potasse.

» L'influence de la structure de la matière explosive sur le régime de détonation étant ainsi mise en évidence, citons de nouveaux faits, propres à manifester l'influence propre de l'enveloppe. Quelques-uns ont été signalés plus haut avec le nitrate de méthyle. En voici d'autres observés avec la poudre-coton.

» Le coton-poudre comprimé, sous des densités de chargement telles que 1 et 1,27, dans des tubes de plomb de $3^{mm},15$ de diamètre intérieur, a donné des vitesses de 5400^m ; tandis qu'à une densité de chargement à peu près moitié moindre (0,73), dans un tube de plomb de $3^{mm},77$ de diamètre intérieur, on a observé 3800^m : inégalité due évidemment à la moindre continuité de la matière. Dans un cordeau souple, peu résistant, formé par une simple tresse, avec une densité de chargement de 0,65, la vitesse est même tombée à 2400^m. Mais la faible résistance de l'enveloppe peut être compensée par la masse de l'explosif, laquelle s'oppose, dans la partie centrale surtout, à l'écoulement instantané des gaz. En effet, M. Abel, avec des cartouches de coton comprimé sec, d'un diamètre décuple des cordeaux précédents, placées bout à bout, à l'air libre, a observé des vitesses de 5300^m à 6000^m.

» Il me paraît inutile de m'étendre davantage sur les faits exposés dans cette Note. Ils montrent que l'onde explosive n'existe avec ses caractères simples et ses lois définies que dans la détonation des gaz; ces lois et ces caractères ne subsistant qu'en partie dans la détonation des liquides et des solides, tout en demeurant assujetties aux mêmes notions générales de Dynamique physico-chimique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations modulaires.* Note de M. **Brioschi.**

« 1. Dans une Communication que j'ai présentée à l'Académie des Sciences au mois de novembre de l'année 1874, j'ai démontré que la formule de transformation d'ordre n, nombre premier, des fonctions elliptiques

$$(1) \qquad \frac{d\xi}{\sqrt{4\xi^3-\gamma_2\xi-\gamma_3}} = \frac{dx}{\sqrt{4x^3-g_2x-g_3}} = du,$$

est la suivante

$$\xi = \frac{u}{J^2},$$

en faisant

$$J = x^\nu + \nu a_1 x^{\nu-1} + \frac{\nu(\nu-1)}{2} a_2 x^{\nu-2} + \ldots + a_\nu$$

et

$$u = \varphi(x)[J'^2 - JJ''] - \tfrac{1}{2}\varphi'(x)JJ' + (nx + 2\nu a_1)J^2,$$

dans laquelle

$$\varphi(x) = 4x^3 - g_2 x - g_3, \qquad \nu = \frac{n-1}{2}, \qquad J' = \frac{dJ}{dx}, \qquad J'' = \frac{d^2J}{dx^2}.$$

» Le polynôme J, comme l'a démontré Jacobi, doit satisfaire à une équation différentielle du second ordre

$$\varphi(x)J'' - [2(2n-3)x^2 - \tfrac{1}{6}(4n-3)g_2]J' + (n-1)[nx - 3a_1]J = n\,D(J),$$

en indiquant avec D le symbole d'opération

$$D = 12 g_3 \frac{d}{dg_2} + \frac{2}{3} g_2^2 \frac{d}{dg_3},$$

pour laquelle

$$D(g_2) = 12 g_3, \qquad D(g_3) = \tfrac{2}{3} g_2^2, \qquad D(\delta) = 0,$$

étant

$$\delta = g_2^3 - 27 g_3^2.$$

» De l'équation supérieure on déduit entre les coefficients $a_1, a_2, \ldots$ la formule de récursion suivante

$$(2) \qquad \begin{cases} (n-2s-1)(2s+3)a_{s+1} - 3(n-1)a_1 a_s \\ \quad + \tfrac{1}{6}s(n+6s)g_2 a_{s-1} - s(s-1)g_3 a_{s-2} = n\,D(a_s), \end{cases}$$

laquelle donne

$$5(n-3)a_2 = n\,D(a_1) + 3(n-1)a_1^2 \quad - \tfrac{1}{6}(n+6)g_2,$$
$$7(n-5)a_3 = n\,D(a_2) + 3(n-1)a_1 a_2 - \tfrac{1}{3}(n+12)g_2 a_1 + 2g_2,$$
$$9(n-7)a_4 = n\,D(a_3) + 3(n-1)a_1 a_3 - \tfrac{1}{2}(n+18)g_2 a_2 + 6g_3 a_1,$$

ainsi de suite.

» Les coefficients a_2, a_3, ... peuvent en conséquence s'exprimer en fonction de a_1, $D(a_1)$, $D^2(a_1)$, ..., g_2, g_3.

» 2. Si l'on pose

$$V = \varphi(x)[U'^2 - UU''] - \tfrac{1}{2}\varphi'(x)UU' + [(2n+1)x + 4\nu a_1]U^2,$$

on déduit de l'équation différentielle (1) qu'on aura identiquement

$$V - xU^2 + \tfrac{1}{2}\gamma_2 UJ^2 + \gamma_3 J^4 = 0.$$

» Les coefficients de x^{2n+1}, x^{2n} dans les premiers membres de cette équation sont nuls; ceux de x^{2n-1}, x^{2n-2}, x^{2n-3} donnent les trois relations

$$(3)\left\{\begin{aligned} \gamma_2 &= 30(n-1)[(n-1)a_1^2 - (n-3)a_2] - (5n-6)g_2,\\ \gamma_3 &= -\tfrac{35}{2}(n-1)[2(n-1)^2 a_1^3 - 3(n-1)(n-3)a_1 a_2 + (n-3)(n-5)a_3]\\ &\quad + 21(n-1)g_2 a_1 - (14n-15)g_3,\end{aligned}\right.$$

$$(4)\left\{\begin{aligned} 0 &= (n-1)^3 a_1^4 - 2(n-1)^2(n-3)a_1^2 a_2 - \tfrac{5}{2}(n-1)(n-3)^2 a_2^2\\ &\quad + \tfrac{14}{3}(n-1)(n-3)(n-5)a_1 a_3 - \tfrac{7}{6}(n-3)(n-5)(n-7)a_4\\ &\quad + 2(n-4)g_2[(n-1)a_1^2 - (n-3)a_2] + 8g_3 a_1 - \tfrac{1}{6}(n-2)g_2^2.\end{aligned}\right.$$

» Opérant sur les deux formules (3) avec le symbole D, on obtient au moyen de la formule de récursion (2) ce premier résultat

$$nD(\gamma_2) = 12\gamma_3 + 8(n-1)\gamma_2 a,$$

et, en substituant dans la valeur de $D(\gamma_3)$ pour a_4 la valeur donnée par l'équation (4), on arrive à cette seconde relation

$$nD(\gamma_3) = \tfrac{2}{3}\gamma_2^2 + 12(n-1)\gamma_3 a,$$

et, en conséquence, en posant

$$\Delta = \gamma_2^3 - 27\gamma_3^2,$$

on aura

$$a_1 = \frac{1}{24}\,\frac{n}{n-1}\,\frac{D(\Delta)}{\Delta},$$

ou, enfin,

$$(5) \qquad a_1 = \frac{n}{n-1}\frac{D(z)}{z}, \qquad z = \left(\frac{\Delta}{\delta}\right)^{\frac{1}{24}}.$$

» L'application successive de l'opération D sur l'équation (4) et sur celles qu'on obtient par cette application conduit aux équations nécessaires pour la détermination de $a_2, a_3, \ldots$ en fonction de a_1 et à l'équation modulaire du degré $n+1$ en a_1.

» 3. Les $n+1$ valeurs de

$$z^2 = \left(\frac{\Delta}{\delta}\right)^{\frac{1}{12}}$$

sont, comme il est connu, racines d'une équation modulaire que j'ai nommée *jacobienne*, en considération de la propriété caractéristique de ces racines indiquée par Jacobi. La propriété est celle-ci : les $n+1$ quantités $z_\infty, z_0, z_1, \ldots, z_{n-1}$ sont liées par $\frac{n+1}{2}$ relations linéaires. La même propriété se vérifie pour $z_\infty^3, z_0^3, z_1^3, \ldots, z_{n-1}^3$.

» Cela rappelé, on voit tout de suite que la même propriété aura encore lieu pour

$$\left.\begin{matrix} D(z_r), & D^2(z_r), & D^3(z_r), & \ldots \\ D(z_r^3), & D^2(z_r^3), & D^3(z_r^3), & \ldots \end{matrix}\right\} (r = \infty, 0, \ldots, n-1).$$

» Soit

$$\alpha_s = z^3 a_s, \qquad \alpha_0 = z^3;$$

on déduit à cause de la relation (5)

$$\alpha_1 = \frac{n}{3(n-1)} D(\alpha_0), \qquad n D(\alpha_s) = z^3[3(n-1)a_1 a_s + n D(a_s)]$$

et la formule de récursion (2) se transformera dans la suivante

$$(6) \qquad \left\{\begin{aligned} &(n-2s-1)(2s+3)\alpha_{s+1} \\ &\quad + \tfrac{1}{6}s(n+6s)g_2\alpha_{s-1} - s(s-1)g_3\alpha_{s-2} = nD(\alpha_s). \end{aligned}\right.$$

» Les quantités $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_r$ peuvent, en conséquence, s'exprimer en fonctions linéaires de $\alpha_0, D(\alpha_0), D^2(\alpha_0), \ldots$, et les quantités

$$\alpha_0, \quad D(\alpha_0), \quad \ldots, \quad D^{\frac{n-1}{2}}(\alpha_0),$$

sont liées entre elles par une équation linéaire.

» En posant

$$(7) \qquad y = z^3 J(x),$$

l'équation modulaire, dont les racines sont $y_\infty^2, y_0^2, \ldots, y_{n-1}^2$, sera donc une *équation modulaire jacobienne*.

» 4° Soient e_1, e_2, e_3 les racines de l'équation

$$4x^3 - g_2 x - g_3 = 0,$$

et $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ celles de l'équation

$$4\xi^3 - \gamma_2 \xi - \gamma_3 = 0,$$

on démontre facilement que

$$(8) \qquad \begin{cases} [(e_1 - e_3)(e_1 - e_2)]^{\frac{n-1}{4}} \left(\dfrac{\varepsilon_2 - \varepsilon_3}{e_2 - e_3}\right)^{\frac{1}{4}} = z^3 J(e_1), \\ [(e_2 - e_3)(e_1 - e_2)]^{\frac{n-1}{4}} \left(\dfrac{\varepsilon_3 - \varepsilon_1}{e_3 - e_1}\right)^{\frac{1}{4}} = z^3 J(e_2), \\ [(e_1 - e_3)(e_2 - e_3)]^{\frac{n-1}{4}} \left(\dfrac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{e_1 - e_2}\right)^{\frac{1}{4}} = z^3 J(e_3) \end{cases}$$

et, en conséquence, $(\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^{\frac{1}{2}}$, $(\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^{\frac{1}{2}}$, $(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^{\frac{1}{2}}$ sont racines de trois équations modulaires jacobiennes qu'on déduit de la supérieure en y.

» En multipliant les trois équations (8) entre elles, on obtient, en se rappelant la valeur (5) de z,

$$\delta^{\frac{n-1}{4}} = 2^{n-1} z^6 J(e_1) J(e_2) J(e_3)$$

ou

$$\delta^{\frac{n-1}{4}} = (-1)^{\frac{n-1}{2}} z^6 \prod p'^2\left(\frac{2\alpha\omega}{n}\right) \qquad \left(\alpha = 1, 2, \ldots, \frac{n-1}{2}\right).$$

Mais de la formule d'addition (Halphen, p. 39), on a

$$[p(u-v) - p(u+v)][p(u) - p(v)]^2 = p'(u) p'(v)$$

et, en conséquence,

$$\prod p'^2\left(\frac{2\alpha\omega}{n}\right) = \prod \left[p\left(\frac{2\alpha\omega}{n}\right) - p\left(\frac{4\alpha\omega}{n}\right)\right]^3$$

et enfin

$$(-1)^{\frac{n-1}{6}} z^2 = \frac{\delta^{\frac{n-1}{12}}}{\prod \left[p\left(\frac{2\alpha\omega}{n}\right) - p\left(\frac{4\alpha\omega}{n}\right)\right]},$$

laquelle conduit à l'expression déjà donnée par M. Kiepert (*Journal für die Mathematik*, Bd 87)

$$z = \delta^{\frac{n-1}{24}} e^{-\frac{n^2-1}{12n}\eta\omega} \prod \sigma\left(\frac{2\alpha\omega}{n}\right). \text{»}$$

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **G. Greil** adresse, par l'entremise de M. de Quatrefages, une série de Mémoires relatifs à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Fr. Laur** appelle de nouveau l'attention de l'Académie sur les relations qui lui paraissent exister entre les variations de la pression atmosphérique et les explosions de grisou, et sur la nécessité de surveiller plus particulièrement le baromètre, dans les mines à grisou, aux moments où des baisses barométriques brusques peuvent se produire.

(Renvoi à la Commission du grisou.)

M. l'abbé **Fortin** adresse une Note, accompagnée de Planches, sur les taches solaires d'octobre et novembre 1890.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **J.-M. Schnyder** adresse une Note relative à la maladie de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bedoin**, M. **A. Billet**, M. **G. Colin**, M. **C. Dareste**, M. **Ch. Depéret**, M. **L. Favé**, M. **Gissinger**, M. **A.-B. Griffiths**, M. **F. Guyon**, M. **Hanriot**, M. le général **Ibañez**, Mme **Isambert**, M. **Jousseaume**, M. **A. Layet**, M. **A. Ledieu**, M. **J. Lenoble du Teil**, M. **A. Olivier**, M. **A. Madamet**, M. **P. Painlevé**, M. **J.-V. Schiaparelli**, M. **S. de Glasenapp**, M. **G. Wertheimer** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la vingtième année du « Journal du Ciel », publié par M. *J. Vinot*.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, adressée à M. le Ministre des Affaires étrangères par M. *G. de Vaux*, consul général et chargé d'affaires de France à Quito, concernant l'état actuel des pyramides élevées en 1740 par *de la Condamine*, aux extrémités de la base boréale qui a servi à la mesure de l'arc du Pérou, et divers monuments qui se rattachent à l'expédition scientifique de Godin, Bouguer et de la Condamine :

« Quito, le 25 octobre 1890.

» Monsieur le Ministre,

» M. de Mendeville, consul de France à Quito, par ses dépêches des 15 novembre et 15 décembre 1836, 7 janvier et 15 août 1837, a rendu compte au Département de Votre Excellence de la reconstruction des pyramides élevées en 1740 par M. de la Condamine aux deux extrémités de la base boréale qui a servi aux académiciens français de point de départ à la mesure des trois premiers degrés du méridien.

» Ces pyramides, démolies peu de temps après leur édification, sont restées en ruine pendant un siècle. Dès que le Gouvernement indépendant de l'Équateur put s'en occuper, il les fit reconstruire par M. le colonel Soulin, officier distingué de marine, de nationalité française, au service de l'Équateur.

» J'ai l'honneur de faire savoir à Votre Excellence que, au commencement du mois dernier, je suis allé visiter les deux susdites pyramides de Caraburu et d'Oyambaro. J'ai eu la satisfaction de les trouver en bon état de conservation, sauf les sommets qui sont un peu détériorés. Je n'y ai remarqué aucune inscription. On m'a dit que, dans la cour de la hacienda de Oyambaro, se trouve abandonnée une pierre portant une inscription, mais je ne l'ai point vue.

» L'inscription que le président Rocafuerte avait fait demander à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France a été envoyée à Quito le 26 juin 1841, mais n'y est parvenue qu'après l'expiration de ses hautes fonctions, et je ne sais pour quels motifs son successeur ne l'a pas fait mettre à la place qui lui était destinée.

» Dans son Introduction historique, M. de la Condamine dit avoir laissé entre les mains du Père Milanezio le marbre qu'il avait apporté de Tarqui, dans lequel il avait fait sceller une règle de bronze marquant la longueur du pendule à secondes, et sur lequel il avait fait graver une inscription latine contenant un précis des diverses observations de M. Godin, Bouguer et de la Condamine dans la province de Quito.

« Ce marbre, ajoute-t-il, est aujourd'hui (1742) placé dans le collège des Jésuites » de Quito, sur la face extérieure du mur de leur église, la plus belle de la ville et bâtie » sur le modèle de celle du Jésus à Rome. »

» Cette pierre, qui est plutôt une sorte d'albâtre, est maintenant scellée au pied de

l'escalier de l'observatoire de Quito. Son précédent emplacement, sur le mur nord de l'église en question, est encore très visible.

» J'ai comparé son inscription avec celle qui est annexée à l'Ouvrage précité de M. de la Condamine, et j'ai relevé plusieurs différences qui doivent, sans doute, provenir de l'ignorance du sculpteur. La règle de bronze est intacte, mais ne porte aucune trace de la ligne droite tirée d'un centre à l'autre et servant à déterminer la distance mutuelle des centres des deux cercles.

» Sur une terrasse du collège des Jésuites, il existe encore deux dalles, dont l'une est rayée dans le sens du méridien, ainsi qu'une colonne supportant un cadran solaire carré et à quatre faces, sur le côté occidental duquel sont gravés ces mots : *Opus A. P.* 1766, et sur le côté oriental, ceux-ci : *Rec. P. Mich*[e] *Man*[as]*;* en outre, au-dessus d'une porte de la même terrasse, l'incription suivante en lettres romaines : *Ab academicis parisien. lateri us* (*sic*) *inæquali Solo A*° 1736 *superinducta linea meridiana temporum injuria, gnomone avulso plane deleta, hanc stratis lapidibus incisam magnetica acu* 10 *gr. ad orientem declinante XII. kal. jan.* 1763; *gnome restituto, produxere, et helihorologium quadrifons,* 13. *m.* 17.5 *in boream inclinans, in hâc rectorali area VIII. kal. maias* 1766 *spirali columnæ.*

» *Lapideæ communi studio*
» *AA. PP. imposuere ...*

» Votre Excellence voudra bien apprécier si la communication de ce qui précède aurait quelque intérêt pour l'Académie des Sciences.

» Veuillez agréer, etc.,

Signé : G. DE VAUX. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des équations différentielles linéaires transformables en elles-mêmes par un changement de fonction et de variable.* Note de M. **PAUL APPELL**, présentée par M. Hermite.

« 1. Soit une équation différentielle linéaire

$$\text{(1)} \qquad \frac{d^n u}{dz^n} + P_1(z)\frac{d^{n-1} u}{dz^{n-1}} + \ldots + P_n(z) u = 0,$$

telle qu'un certain changement de fonction et de variable

$$v = u\psi(z), \qquad t = \varphi(z)$$

la transforme en elle-même, c'est-à-dire lui fasse prendre la forme (1), où u est remplacé par v et z par t. On sait que cette équation admet au moins une intégrale $F(z)$ vérifiant la relation

$$F[\varphi(z)] = A\psi(z)F(z),$$

où A désigne une constante (¹). Lorsque l'ordre n de l'équation est inférieur à deux, ces fonctions $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ n'existent que si les coefficients vérifient certaines relations qu'on peut former en se servant des invariants de l'équation; lorsque $n=2$, les fonctions $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ existent toujours, comme l'ont montré Kummer et M. Brioschi (²).

» 2. Les équations qui font l'objet de cette Note sont caractérisées par les hypothèses suivantes sur la fonction $\varphi(z)$ et les coefficients $P_i(z)$. La fonction $\varphi(z)$ est uniforme dans une région du plan; si l'on pose $z_1 = \varphi(z)$, $z_{i+1} = \varphi(z_i)$, les points $z_1, z_2, \ldots, z_p$ sont tous dans cette région et convergent régulièrement vers une limite x qui n'est pas un point essentiel de $\varphi(z)$; d'après M. Kœnigs (³), x est un zéro de la fonction $z - \varphi(z)$ et le module de $\varphi'(x)$ est moindre que l'unité; nous supposons ce module différent de zéro. Quant aux coefficients $P_i(z)$ de l'équation différentielle, ils sont supposés holomorphes ou méromorphes au point limite x.

» On peut alors intégrer l'équation à l'aide d'une fonction $B(z)$ définie par M. Kœnigs, fonction qui est holomorphe au point x, admet ce point comme zéro simple et vérifie l'équation

$$B[\varphi(z)] = \varphi'(x)B(z).$$

» On peut même, par une substitution dépendant de cette fonction $B(z)$, ramener l'équation à avoir ses *coefficients constants* : il suffit pour cela de la mettre sous la forme canonique indiquée par Halphen dans son Mémoire couronné. Ce fait s'explique si l'on remarque que les équations considérées se transforment en elles-mêmes, non seulement par le changement de variable $t = \varphi(z)$, mais par une infinité de changements de variable obtenus en substituant à $\varphi(z)$ une quelconque des fonctions conduisant à la même fonction $B(z)$ (⁴). Nous nous bornerons, dans cette Note, aux équations du second ordre.

» 3. Soit une équation du second ordre

$$\frac{d^2u}{dz^2} - uf(z) = 0,$$

(¹) *Comptes rendus*, séance du 7 novembre 1881.

(²) Voir un résumé de ces recherches (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 941).

(³) *Recherches sur les intégrales de certaines équations fonctionnelles* (*Annales de l'École Normale*, 1884 et 1885).

(⁴) Kœnigs, *Nouvelles recherches sur les équations fonctionnelles* (*Annales de l'École Normale*, 1885, p. 387).

que l'on peut toujours supposer privée de second terme par un changement de fonction. Si l'on fait

$$u = v[\varphi'(z)]^{-\frac{1}{2}}, \qquad t = \varphi(z),$$

cette équation se transforme en une autre de même forme, à condition que l'on ait

$$f[\varphi(z)] = \frac{1}{\varphi'^2} f(z) - \frac{3\varphi''^2 - 2\varphi'\varphi'''}{4\varphi'^4} = \frac{1}{\varphi'^2} f(z) - \varpi(z),$$

où φ', φ'', ... désignent les dérivées de $\varphi(z)$ par rapport à z. Lorsque la fonction $f(z)$ est donnée, la détermination d'une solution $\varphi(z)$ de cette équation est impossible dans la plupart des cas. Nous procéderons inversement en supposant la fonction $\varphi(z)$ donnée, et nous aurons une fonction particulière $f_1(z)$ holomorphe au point x et vérifiant la relation ci-dessus, en prenant la série

$$f_1(z) = \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} [\varphi'(z)\varphi'(z_1)\ldots\varphi'(z_\nu)]^2 \varpi(z_\nu),$$

qui est convergente, puisque le module de $\varphi'(x)$ est moindre que l'unité. D'après un théorème de M. Kœnigs, la fonction $f(z)$ la plus générale, holomorphe ou méromorphe au point x et vérifiant la relation ci-dessus, est

$$f(z) = f_1(z) + \alpha\left[\frac{B'(z)}{B(z)}\right]^2,$$

α désignant une constante arbitraire. La fonction $f(z)$ étant ainsi déterminée, l'intégrale générale de l'équation du second ordre est, d'après les théorèmes de M. Fuchs, régulière dans le domaine du point limite x. Les racines de l'équation fondamentale déterminante étant r_1 et r_2, on trouve que l'équation admet les deux intégrales particulières

$$B^{r_1}(z)[B'(z)]^{-\frac{1}{2}}, \quad B^{r_2}(z)[B'(z)]^{-\frac{1}{2}},$$

d'où l'on passe sans difficulté au cas où r_1 deviendrait égal à r_2. Ce résultat montre que les coefficients de l'équation deviennent constants par la substitution

$$t = \log B(z), \qquad u = v[B'(z)]^{-\frac{1}{2}}.$$

Si l'on substitue une des deux intégrales particulières dans l'équation diffé-

rentielle, on obtient une identité que l'on peut vérifier par la méthode suivante. Considérons la fonction

$$\chi(z) = \frac{3}{4}\left(\frac{B''}{B'}\right)^2 - \frac{1}{2}\frac{B'''}{B'}$$

holomorphe au point x; en différentiant l'équation $B(z_1) = \varphi'(x)B(z)$, on trouve pour $\chi(z)$ la relation

$$(2) \qquad \chi[\varphi(z)] = \frac{1}{\varphi'^2}\chi(z) - \varpi(z)$$

qui, étant identique à celle que vérifie la fonction holomorphe $f_1(z)$, montre que $f_1(z)$ est identique à $\chi(z)$. C'est ce qu'on peut aussi déduire de l'expression de $f_1(z)$ sous forme de série, en y remplaçant $\varpi(z_\nu)$ par sa valeur tirée de la relation (2).

» Lorsque $\varphi(z) = \dfrac{az+b}{cz+d}$, $B(z)$ est une fonction de même forme, et les équations correspondantes sont celles qui ont été intégrées par M. Besge ([1]) dans le cas du second ordre, et par Halphen ([2]) dans le cas général.

» Quelques-uns de ces résultats s'étendent à des équations différentielles non linéaires. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1891.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques sont continuées avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Le dépouillement des courbes du magnétographe est effectué pour toutes les heures du jour, et les valeurs correspondant aux repères sont établies par des mesures absolues, répétées toutes les semaines. La sensibilité des trois appareils de variations est vérifiée par de fréquentes graduations.

» Les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er janvier 1891 sont déduites de la moyenne des observations horaires relevées pendant les journées du 31 décembre 1890 et du 1er janvier 1891. La variation sé-

---

([1]) *Journal de Liouville*, 1re série, t. IX, p. 336.
([2]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 779.

culaire des divers éléments en 1890 a été obtenue par comparaison entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données le 1er janvier 1890 (1):

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1891.	Variation séculaire en 1890.
Déclinaison	15°35',9	— 5',5
Inclinaison	65°10',6	— 1',6
Composante horizontale	0,19554	+ 0,00030
Composante verticale	0,42272	+ 0,00011
Force totale	0,46576	+ 0,00023

» L'observatoire du parc Saint-Maur est situé par 0°9'23" de longitude est et 48°48'34" de latitude nord.

» *Perpignan.* — L'observatoire météorologique et magnétique de Perpignan, dirigé par M. le Dr Fines, est situé par 0°32'45" de longitude Est et par 42°42'8" de latitude Nord. Les observations magnétiques y sont faites au moyen d'instruments semblables à ceux de l'observatoire du Parc Saint-Maur et calculées d'après les mêmes méthodes.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1891, déduites des vingt-quatre observations horaires relevées au magnétographe et rapportées aux mesures absolues faites les 26, 28 et 30 décembre 1890, sont les suivantes :

	Valeurs absolues au 1er janvier 1891.	Variation séculaire en 1890.
Déclinaison	14°24',1	— 4',9
Inclinaison	60°16',2	— 2',3
Composante horizontale	0,22242	+ 0,00037
Composante verticale	0,38947	+ 0,00004
Force totale	0,44850	+ 0,00021

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'absorption des solutions d'iode.* Note de M. H. Rigollot (2), présentée par M. Cailletet.

« Je me suis proposé d'étudier les spectres d'absorption des solutions d'iode tant au point de vue du déplacement de la bande d'absorption qu'au point de vue de la quantité de lumière transmise.

(1) *Comptes rendus,* t. CX, p. 39; 1890.

(2) Ce Travail a été fait au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Lyon.

» J'ai comparé entre eux des dissolvants homologues ou des chlorures, bromures, iodures d'un même radical. L'iode était primitivement dissous dans le sulfure de carbone à raison de $3^{mgr},85$ par centimètre cube; 0,05 de cette solution était incorporée aux différents dissolvants et les liquides étaient examinés dans des cuves à faces parallèles sous une épaisseur de 1^{cm}. Ces recherches ont été faites avec le spectrophotomètre de M. Gouy; on comparait l'intensité de faisceaux lumineux traversant la solution à l'intensité du faisceau traversant le dissolvant seul, en prenant les précautions ordinaires pour empêcher l'échauffement des liquides pendant la durée des expériences.

» Les résultats sont réunis dans le Tableau suivant, et l'on voit que si, prenant comme abscisses les longueurs d'onde et comme ordonnées les quantités de lumière transmise, en centièmes, on trace les courbes représentant l'absorption dans un groupe donné, ces courbes se confondent plus ou moins dans la partie la moins réfrangible du spectre, puis se séparent, la quantité de lumière transmise décroissant lorsqu'on passe d'un dissolvant au suivant.

Quantité de lumière transmise en centièmes, pour 1^{cm} d'épaisseur.

	Dissolvants.	$\lambda = 0^{\mu},580$.	570.	560.	550.	540.	530.	520.	510.	500.	490.	480.	470.
I.	Benzine	79	70	60	51	41	32	27	25	26	29	»	»
	Toluène	79	70	60	51	42	34	27	20	21	29	»	»
	Métaxylène	79	70	60	51	42	34	25	18	18	23	»	»
II.	Bromure d'éthyle	»	76	68	59	53	43	35	28	27	28	»	»
	Iodure d'éthyle	»	76	68	59	52	44	32	24	20	19	18	»
III.	Chlorure d'amyle	»	71	63	55	47	41	33	30	31	33	»	»
	Bromure d'amyle	»	71	64	56	49	41	33	29	26	30	»	»
	Iodure d'amyle	»	72	68	63	55	45	33	26	23	21	17	20
IV.	Chloroforme	66	58	51	43	33	28	26	27	29	30	»	»
	Bromoforme	74	67	59	49	39	32	27	26	26	29	»	»
V.	Bromure d'éthyle	»	76	68	59	53	43	35	28	27	28	»	»
	Bromure d'amyle	»	71	64	56	49	41	33	29	26	30	»	»
VI.	Iodure de méthyle	»	71	65	58	50	40	29	22	19	20	»	»
	Iodure d'éthyle	»	76	68	59	52	44	32	24	20	19	18	»
	Iodure d'amyle	»	72	68	63	55	45	33	26	23	21	17	20
VII.	Alcool méthylique	»	»	»	73	69	63	56	49	41	33	24	14
	Alcool éthylique	»	»	»	71	60	56	50	40	29	20	14	9
	Alcool amylique	»	»	»	66	58	49	40	31	23	16	12	7

» Si maintenant on recherche dans les six premiers groupes la position

et la valeur du minimum (en centièmes) de la lumière transmise, on arrive aux résultats suivants :

	Dissolvant.	Minimum. Position.	Lumière transmise.		Dissolvant.	Minimum. Position.	Lumière transmise.
I.	Benzine.........	$\lambda = 0^{\mu},510$	25	IV.	Chloroforme......	$\lambda = 0^{\mu},525$	26
	Toluène..........	505	19		Bromoforme......	505	25
	Métaxylène.......	503	17	V.	Bromure d'éthyle.	500	27
II.	Bromure d'éthyle.	500	27		Bromure d'amyle.	500	26
	Iodure d'éthyle...	486	18	VI.	Iodure de méthyle.	500	19
III.	Chlorure d'amyle.	510	30		Iodure d'éthyle...	486	18
	Bromure d'amyle..	500	26		Iodure d'amyle...	480	17
	Iodure d'amyle...	480	17				

» Pour le septième groupe, le premier Tableau donne les résultats obtenus en dissolvant directement dans l'alcool 7^{mgr} d'iode par 1^{cc} et mélangeant un 0,05 de cette solution aux alcools méthyliques, éthyliques et à un alcool amylique de fermentation. L'examen spectrophotométrique de la lumière transmise montre que les courbes des spectres d'absorption s'infléchissent assez régulièrement du côté du violet sans permettre de distinguer un minimum d'absorption dans la partie du spectre où l'on peut faire des mesures; mais, pour une longueur d'onde déterminée, on voit que l'absorption croît en passant d'un alcool au suivant.

» En résumé, pour les corps homologues ou pour les composés d'un même radical servant de dissolvant à l'iode et soumis à l'expérience, on constate que, lorsque le poids moléculaire augmente : 1° la bande d'absorption s'avance très légèrement vers le violet du spectre; 2° le minimum de lumière transmise diminue. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Influence de la trempe sur la résistance électrique de l'acier.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La trempe de l'acier est connue depuis les périodes les plus reculées des temps historiques : elle a joué un rôle particulièrement important dans les progrès métallurgiques de ces vingt dernières années, et pourtant l'étude de ce phénomène est encore très peu avancée. On ne doit pas en être surpris quand on songe à la complexité inévitable de toutes les questions relatives aux propriétés mécaniques des corps. Celles-ci, en effet, à l'en-

contre des propriétés physiques, ne sont pas déterminées lorsque l'état chimique du corps (composition, état moléculaire) et les tensions d'énergie (pression, température) sont définies. Une barre métallique coupée en morceaux dont les tronçons ont été rapprochés conserve une densité, une conductibilité électrique invariables, tandis que la ténacité, la limite élastique tombent à zéro. Sans envisager ce cas extrême, tous les corps sont formés d'agrégats de cristaux dont la forme, la dimension, l'orientation peuvent varier à l'infini. Ces changements de structure interne qui se manifestent dans les métaux par un aspect particulier, le *grain* de la cassure, entraînent des variations considérables des propriétés mécaniques.

» La trempe agit sur l'acier en modifiant à la fois son état chimique et sa structure interne. Il est important d'isoler la part qui revient à chacun de ces deux ordres de phénomènes. Cette question a été l'objet d'études antérieures de M. Osmond, qui a mis à profit les variations de propriétés du carbone pour caractériser l'état chimique du métal. Il semble possible d'arriver dans la même voie à des résultats plus précis par l'étude d'une propriété physique du métal qui se prête à des mesures rigoureuses : la résistance électrique.

» Les expériences ont été faites sur des fils de 2^{mm} de diamètre et 100^{mm} de longueur. Le Tableau suivant donne la résistance en ohms du métal rapportée à 1^{m} de longueur et 1^{mm} de diamètre, ainsi que la teneur en carbone.

Résistance......	$0^{\omega},19$	$0^{\omega},25$	$0^{\omega},27$	$0^{\omega},22$
Carbone........	$0^{\omega},085$	$0^{\omega},485$	$0^{\omega},67$	$0^{\omega},83$

» *Influence de la température initiale du chauffage.* — L'accroissement de résistance électrique du métal trempé ne se produit qu'à partir d'une certaine température de chauffage bien définie; il est brusque et n'augmente pas par une élévation plus forte de la température. Le point de trempe ainsi défini est un peu différent suivant que l'on procède par échauffement ou refroidissement, en raison du retard connu des transformations moléculaires (surchauffe, surfusion, sursaturation). Le Tableau suivant donne la moyenne des températures de trempe obtenues par réchauffement et refroidissement, ainsi que la résistance exprimée en fonction de sa valeur initiale avant trempe :

Température...	750°	745°	725°	735°
Résistances....	1,13	1,18	1,55	1,60

Dans ces expériences, la fragilité s'est développée en même temps que l'accroissement de résistance électrique. La température de trempe de l'acier est donc bien celle de la transformation du carbone (730°). Ces résultats confirment les théories de la trempe formulées par M. Osmond sur ce point capital que la trempe, dite *positive*, c'est-à-dire accompagnée de fragilité, a pour effet de conserver à la température ordinaire l'état moléculaire du fer carburé, qui normalement n'est stable qu'au-dessus de 730°. Ils les infirmeraient au contraire sur ce point secondaire que la trempe maintiendrait une partie du fer à l'état β, c'est-à-dire à l'état moléculaire stable au-dessus de 850°. S'il en était ainsi, la trempe devrait donner des résultats différents au-dessus ou au-dessous de 850°, ce qui n'a pas lieu. En outre, les propriétés magnétiques devraient être altérées par la trempe; le ferro-nickel et l'acier-manganèse dans lesquels l'existence du fer β semble incontestable ne sont nullement magnétiques à froid, comme cela a lieu pour le fer et l'acier ordinaires chauffés au-dessus de 850°.

» Ces expériences montrent encore que dans les aciers doux la trempe, bien que ne produisant pas la fragilité, empêche la transformation du carbone aussi complètement que dans les aciers durs.

» *Recuit de l'acier.* — Lorsque l'on réchauffe l'acier, la résistance électrique décroît d'une quantité d'autant plus considérable que cette température est plus élevée et son action plus prolongée. Il semble à chaque température exister un état limite qui ne serait atteint qu'au bout d'un temps infini; mais, pratiquement, la majeure partie du recuit se produit au bout d'un temps très court. Le Tableau suivant donne la résistance de l'acier n° 3 trempé dans de l'eau à 10° et recuit pendant une minute à des températures croissantes :

Températures.....	10°	120°	205°	310°	385°	450°	550°
Résistances........	1,55	1,47	1,29	1,15	1,10	1,07	1,04

» *Influence de la température du bain de trempe.* — Les résultats obtenus en trempant l'acier dans des bains à température croissante ont été, au point de vue de la résistance électrique, analogues à ceux que l'on obtient en trempant à basse température et recuisant à la température du bain. En suivant la variation de résistance électrique pendant la trempe, on constate que l'équilibre de température s'établit très rapidement, en quelques secondes, pour les fils expérimentés de 2^{mm} de diamètre. Puis l'état du fil reste stationnaire pendant un temps qui varie de quelques secondes à plusieurs minutes, suivant la température et la nature de l'acier; le

métal est complètement trempé. Enfin le recuit commence brusquement et continue avec une vitesse qui décroît rapidement. Le phénomène est analogue à la congélation de l'eau amenée en surfusion par un refroidissement rapide. Le même retard à la transformation ne s'observe pas dans le recuit ordinaire par rechauffage.

» Les résultats résumés dans le Tableau suivant ont été obtenus en trempant l'acier chauffé entre 800° et 900° dans des bains de température variable, le maintenant une minute dans le bain, puis le mettant à l'air pour terminer son refroidissement.

Eau froide, mercure; mélange réfrigérant	1,13	1,18	1,55	1,60
Eau bouillante	1,06	1,09	1,09 et 1,55	1,09
Azotates alcalins à 250°.....	1,08	1,15	1,55	1,40
» 350°.....	1,02	1,07	1,02 et 1,55	1,17
» 450°.....	1,02	1,01	1,01	1,09

» L'acier n° 3 a donné, dans certains cas, des résultats discordants, en raison du retard au recuit signalé plus haut, dont la durée a varié d'une expérience à l'autre.

» L'effet de la trempe à l'eau bouillante est presque nul. Le refroidissement est assez lent pour permettre la production du phénomène de récalescence.

» Cette première série d'expériences montre que la mesure des résistances électriques permet de reconnaître l'état du carbone dans le fer et même de doser, en quelque sorte, la proportion transformée dans les aciers trempés. Cette méthode sera mise à profit dans des recherches ultérieures sur les propriétés mécaniques des aciers. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Influence du covolume des gaz sur la vitesse de propagation des phénomènes explosifs;* par M. VIEILLE.

« La notion du covolume a été introduite par M. Sarrau dans l'étude des phénomènes explosifs et elle a été appliquée par MM. Mallard et Le Chatelier à la détermination des températures de réaction et de la loi de variation des chaleurs spécifiques des gaz. Elle joue un rôle important dans les phénomènes de propagation dont les produits de la décomposition des explosifs sont le siège.

» La vitesse de propagation, dans un fluide quelconque, d'un ébranle-

ment assez petit pour qu'on puisse négliger le carré des dilatations, est donnée rigoureusement par la formule connue $V = \sqrt{\frac{\gamma E}{\rho}}$ dans laquelle E représente l'élasticité à température constante du milieu, c'est-à-dire le rapport $v \frac{dp}{dv}$ de l'accroissement infiniment petit de pression à l'accroissement relatif de volume dans une transformation isotherme, ρ la densité du milieu et γ le rapport de ses chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant.

» Pour les gaz à grande densité et à haute température qui résultent de la décomposition des explosifs dans les conditions ordinaires de leur emploi, l'élasticité cesse d'être proportionnelle à la densité ou au poids spécifique Δ, comme cela a lieu pour les gaz parfaits. On tire, en effet, de la relation $p = \frac{f\Delta}{1 - \alpha\Delta}$, à laquelle se réduit la formule de Clausius pour les fluides à haute température,

$$E = \Delta \frac{dp}{d\Delta} = \frac{f\Delta}{(1 - \alpha\Delta)^2},$$

relation qui montre que E croît beaucoup plus rapidement que le poids spécifique du milieu Δ, lorsque ce poids spécifique se rapproche de l'inverse du covolume α.

» Il en résulte que la vitesse de propagation d'un ébranlement très petit, telle que la vitesse du son dans un fluide à haute température, croît elle-même rapidement avec la condensation gazeuse, de façon à dépasser toute limite pour des valeurs du poids spécifique voisines de l'inverse du covolume.

» Il est facile de reconnaître que, pour la plupart des matières explosives puissantes, cette densité limite est inférieure ou au plus égale à celle de la matière explosive elle-même, et que, par suite, si la décomposition de la matière s'opérait sous son propre volume, la vitesse de propagation dans ce milieu pourrait dépasser toute grandeur imaginable. Dans de telles matières, les phénomènes seront dès lors très différents de ceux qui se développent dans les mélanges gazeux explosifs proprement dits. Pour le coton-poudre, par exemple, la valeur du covolume relative à l'unité de poids de la substance est voisine de l'unité : MM. Mallard et Le Chatelier ont donné le chiffre de 0,87 qu'ils ont déduit de la connaissance des covolumes des divers produits de la décomposition, et que M. Sarrau a lui-même calculés d'après les expériences de compressibilité de M. Amagat.

» La mesure directe des pressions développées en vase clos par le coton-poudre conduit à un nombre un peu supérieur et très voisin de l'unité. Il en résulte que pour des densités des produits de la combustion comprises entre 1 et 1,15, la vitesse de propagation dépasserait toute grandeur assignable. Cette vitesse calculée, qui est de 1271^m par seconde pour une densité de 0,1, atteindrait 5700^m pour la densité de 0,8 et 11400^m pour la densité de 0,9.

» Ces densités sont inférieures à celle du coton-poudre comprimé utilisé dans les usages militaires, qui varie de 1,00 à 1,20.

» On est naturellement conduit à rapprocher ces nombres des vitesses énormes de propagation de l'onde explosive dans le coton-poudre, vitesses atteignant jusqu'à 7000^m et qui ont été signalées par M. Berthelot comme résultant des expériences exécutées tant en France qu'à l'Étranger.

» Quelle que soit l'idée qu'on se fasse du mécanisme intime de la propagation de l'explosion d'une tranche à la tranche voisine, que cette propagation résulte d'une compression brusque ou d'une vitesse d'écoulement des produits gazeux à haute température dans la portion de l'explosif qui n'a pas encore subi la transformation, il est évident que la vitesse de propagation d'un ébranlement joue un rôle essentiel dans le phénomène.

» Toutes les formules relatives à l'écoulement permanent des fluides contiennent, en effet, comme facteur cette vitesse de propagation : elle figure de même dans la valeur limite obtenue par M. Hugoniot pour la vitesse d'écoulement en régime variable d'une masse gazeuse indéfinie.

» Nous sommes donc amené à penser que, si la densité des produits de la décomposition d'un explosif, tel que le coton-poudre, atteignait la densité de l'explosif qui leur a donné naissance, la vitesse de propagation de l'explosion atteindrait, non seulement les valeurs considérables déjà signalées, mais des valeurs croissant au delà de toute limite. Il est facile de comprendre que ce cas extrême ne saurait être atteint, parce que les densités qui assurent ces vitesses de propagation indéfiniment croissantes déterminent également des pressions indéfiniment croissantes, que la résistance des enveloppes ne permet pas de réaliser. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les conductibilités des acides organiques isomères et de leurs sels.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans l'étude des problèmes de Dynamique chimique, l'une des méthodes les plus décisives consiste à comparer les corps isomères, c'est-à-dire formés par les mêmes éléments, avec des poids moléculaires identiques.

» J'ai opéré sur des acides à fonction simple, tels que les acides maléique et fumarique d'une part; itaconique, mésaconique et citraconique d'autre part; sur des acides à fonction complexe présentant les trois cas d'isomérie ortho, méta et para caractéristiques de la série benzénique, et sur des acides présentant le type de l'isomérie symétrique, les acides tartriques. J'ai étudié les conductibilités des mélanges formés avec la potasse soit dans le rapport exact de la neutralité, soit avec un excès d'acide, soit avec un excès de base et j'ai fait varier pour les cas fondamentaux les proportions du dissolvant.

» Je donnerai ici les conductibilités obtenues à 17° avec des acides de même concentration (0,01 équivalent par litre, sauf les acides tartriques qui sont à 0,02 équivalents), la potasse étant aussi à 0,01 équivalent.

Nombre relatif d'équivalents		Acides oxybenzoïques			Acides amidobenzoïques			
d'acide.	de potasse.	ortho.	méta.	para.	ortho.	para.	méta.	
1,00	0,00	0,751	0,252	0,143	0,069	0,070	0,078	
0,75	0,25	0,481	0,233	0,195	0,189	0,191	0,199	
0,66	0,33	0,425	0,268	0,245	0,246	0,246	0,256	
+ 0,50	0,50	0,367	0,359	0,351	0,361	0,360	0,362	+ sels neutres
0,33	0,66	0,794	0,566	0,542	0,788	0,792	0,786	
0,25	0,75	1,040	0,830	0,787	1,025	1,031	1,027	
0,20	0,80	»	1,013	0,993	»	»	»	
0,00	1,00	1,780	»	»	»	»	»	

Acide ($\frac{1}{200}$ mol.).	Potasse.	Acides		Acides			
		maléique.	fumarique.	itaconique.	mésaconique.	citraconique.	
1,00	0,00	1,025	0,482	0,213	0,447	0,767	
0,75	0,25	0,355	0,300	0,210	0,266	0,349	
0,66	0,33	0,274	0,306	0,260	0,277	0,262	
+ 0,50	0,50	0,440	0,439	0,423	0,425	0,424	+ sels neutres
0,33	0,66	0,852	0,851	0,829	0,833	0,832	
0,25	0,75	1,071	1,068	1,198	»	1,200	

Acide ($\frac{1}{100}$ mol.).	Potasse.	Acides tartrique droit.	racémique.	inactif.
1,00	0,00	0,741	0,740	0,587
0,75	0,25	0,493	»	»
0,66	0,33	0,446	0,445	0,255
0,50	0,50	0,428	0,431	0,392
+ 0,33	0,66	0,566	0,565	0,566 + sels neutres
0,25	0,75	0,816	0,816	0,817
0,20	0,80	1,010	1,004	1,006

» De ces nombres se dégage une première loi indépendante de tout calcul et de toute hypothèse.

» 1° Les conductibilités des acides isomères libres étant en général différentes, les *conductibilités des sels neutres sont les mêmes* pour les sels des acides à fonction simple, tels que les maléate et fumarate; les itaconate, mésaconate et citraconate. Elles sont également les mêmes pour les divers tartrates, symétriques ou non, pour les trois amidobenzoates. Enfin, elles sont très voisines pour les trois oxybenzoates. Il y a donc là une relation fondamentale sur laquelle j'appelle l'attention.

» 2° L'acide tartrique droit et l'acide racémique ont des conductibilités identiques. L'acide gauche étant, comme on sait, identique au droit pour toutes les propriétés non dyssymétriques, le résultat observé sur l'acide racémique fournit une nouvelle preuve de la dissociation de ce dernier dans ses dissolutions, conformément à ce qu'a montré la Thermochimie. L'acide inactif par nature a une conductibilité très différente à l'état libre.

» 3° Si l'on ajoute au sel neutre *un excès d'alcali*, l'égalité subsiste pour les sels des acides isomères à fonction simple, tels que les maléate et fumarate, et les trois isomères de l'itaconate, ainsi que pour les sels des acides amidobenzoïques et tartriques : ce qui paraît indiquer que les fonctions alcooliques de ces derniers cessent de s'exercer dans les liqueurs très étendues, conformément à ce que montre aussi la Thermochimie.

» 4° Au contraire, les acides *à fonction phénolique* donnent des sels neutres dont les conductibilités sont seulement voisines, comme il a été dit, et elles recommencent à varier si l'on y ajoute un excès d'alcali. Le calcul montre que l'acide ortho ne contracte pas de combinaison stable plus avancée dans des solutions étendues, tandis que les acides para et méta fournissent, au contraire, des sels polybasiques. Ces phénomènes sont dus à la persistance de la fonction phénol des deux derniers acides, persistance établie également par les mesures thermochimiques.

» Si l'on ajoute, au contraire, à un sel neutre *des excès croissants de*

l'acide qui l'a formé, on constate les faits suivants, qui s'appliquent d'ailleurs non seulement aux isomères auxquels je me limite aujourd'hui, mais aux nombreux acides organiques que j'ai examinés.

» 5° Dans le cas des *acides monobasiques,* les liqueurs peuvent être envisagées comme de simples mélanges d'acide et de sel neutre. J'y reviendrai; je dirai seulement ici qu'il en est ainsi pour les acides oxybenzoïques. Les conductibilités calculées d'après la règle donnée par M. Arrhenius pour les liqueurs qu'il nomme *isohydriques,* et d'après mes expériences spéciales sur la dilution progressive des acides [1] et de leurs sels, coïncident rigoureusement avec les conductibilités observées.

» Elles en diffèrent, au contraire, dans le cas des acides *bibasiques* et *polybasiques,* en raison de l'existence dans les liqueurs de *sels acides partiellement dissociés.*

» 6° Cette dissociation inégale des sels acides permet d'établir de nouvelles distinctions entre les acides isomères, tels que l'acide tartrique, inactif par nature, et les trois autres acides tartriques; l'acide maléique et l'acide fumarique; l'acide citraconique et l'acide mésaconique, etc.

» 7° Les proportions de sel acide sont presque identiques pour les acides citraconique et maléique d'une part, mésaconique et fumarique d'autre part. Ce parallélisme s'accorde avec les formules de constitution.

» 8° Une série de mesures ont eu pour objet de rechercher l'influence de la fonction alcaline simultanée des acides amidobenzoïques. En les mélangeant à l'acide chlorhydrique, on voit que ce dernier se combine dans les dissolutions à doses très inégales aux trois isomères. Les conductibilités des mélanges à équivalents égaux, dans des conditions de dilution pareille, sont, par exemple, 0,692, 0,945, 1,074, résultat d'autant plus frappant que les trois acides libres ont à peu près la même conductibilité. La fonction alcaline paraît donc plus énergique chez l'acide méta que chez l'acide para, et chez ce dernier que chez l'acide ortho. »

---

(1) M. Ostwald a publié des mesures de conductibilités sur un grand nombre d'acides organiques libres. Ces mesures concordent en général avec les miennes pour les corps qu'il a examinés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le trithiényle.* Note de M. **Adolphe Renard.**

« Ce corps s'obtient en faisant passer un mélange de vapeurs de soufre et de benzine dans un tube chauffé au rouge vif; au rouge sombre, la réaction n'a pas lieu. L'appareil employé est celui que j'ai déjà décrit pour l'étude de l'action du soufre sur le toluène ([1]). Pendant l'opération, il se dégage de l'hydrogène sulfuré, mélangé de vapeurs de sulfure de carbone, et l'on recueille dans le récipient une masse solide, formée presque uniquement de soufre ayant échappé à la réaction, et un liquide brunâtre qui, soumis à la distillation, abandonne d'abord une forte proportion de benzine inaltérée, puis un produit jaune qui bientôt se solidifie. Ce produit dissous dans l'alcool bouillant laisse déposer par le refroidissement le trithiényle, qu'on purifie par quelques cristallisations dans l'alcool. Quant aux eaux-mères, elles renferment en dissolution un nouveau dérivé du thiophène sur lequel je me propose de revenir prochainement.

» Le trithiényle se présente sous forme d'aiguilles jaunâtres, fusibles à 147° en un liquide jaune. Il bout à 357°. Il est assez soluble dans la benzine, l'éther, le chloroforme; moins soluble dans l'alcool, l'acide acétique et l'essence de pétrole. L'acide sulfurique le colore à froid, en rose; à chaud, il le dissout en donnant une liqueur d'abord violette, puis bleue; par addition d'eau, cette liqueur se décolore, et le trithiényle inaltéré se précipite.

» Les résultats de son analyse concordent avec la formule

$$C^4H^3S-C^4H^2S-C^4H^3S.$$

» Sa densité de vapeur, déterminée par la méthode de Meyer à la température d'ébullition du soufre, a été trouvée égale à 8,6 (théorie 8,68).

» Le permanganate de potasse, en solution neutre ou alcaline, est sans action sur lui, même à l'ébullition. L'acide nitrique ordinaire ne l'attaque pas; l'acide nitrique fumant à 150°-160° le transforme en un composé $C^{12}H^8S^2O^4$, que l'on obtient également par l'action de l'acide chromique sur sa solution acétique bouillante. Le brome et l'acide sulfurique forment avec lui des produits d'addition et de substitution.

([1]) *Comptes rendus*, 4 novembre 1889, p. 669.

» L'*hexabromure de trithiényle* $C^{12}H^8S^3Br^6$ s'obtient par l'action directe du brome sur le trithiényle ou sa solution sulfocarbonique. Il se présente sous forme d'une poudre noire amorphe, très peu stable, qui, exposée à l'air, perd peu à peu sa couleur noire en dégageant du brome et laissant comme résidu du trithiényle inaltéré. L'alcool, l'éther, la benzine le décolorent instantanément à froid.

» Le *trithiényle tribromé* $C^{12}H^5Br^3S^3$ s'obtient en chauffant pendant plusieurs heures au bain-marie une solution acétique de trithiényle avec un excès de brome. Par le refroidissement, le trithiényle tribromé se dépose; on le lave à l'acide acétique et on le fait cristalliser dans la benzine. Il se présente sous forme de fines aiguilles feutrées, fusibles à 282°, assez solubles, surtout à chaud, dans la benzine, le sulfure de carbone, le chloroforme, peu solubles dans l'acide acétique, insolubles dans l'alcool et l'éther.

» L'*acide trithiényle-trisulfonique* $C^{12}H^5(SO^3H)^3S^3$ se prépare en chauffant à 115°-120° du trithiényle avec de l'acide sulfurique fumant. Son sel de calcium

$$[C^{12}H^5(SO^3)^3S^3]^2Ca^3$$

est incristallisable et se présente sous forme d'une poudre brune très soluble dans l'eau.

» Le *composé* $C^{12}H^8S^2O^4$ s'obtient en chauffant pendant deux heures, en tubes scellés, à 150°-160°, du trithiényle avec de l'acide nitrique fumant; on précipite par l'eau et l'on fait cristalliser dans l'acide acétique bouillant. On l'obtient également en faisant bouillir une solution acétique de trithiényle avec de l'acide chromique en excès; après deux heures d'ébullition, on verse la liqueur dans de l'eau et l'on recueille le précipité, que l'on purifie, comme précédemment, par cristallisation dans l'acide acétique. Il se présente sous forme de paillettes blanches, fusibles à 312°-313°. A 400°, il n'entre pas encore en ébullition. Il est insoluble dans l'éther, le sulfure de carbone, l'essence de pétrole, très peu soluble dans la benzine et le chloroforme, un peu soluble, surtout à chaud, dans l'acide acétique et l'alcool. L'acide nitrique le dissout facilement; l'acide sulfurique à 100° le dissout en donnant une liqueur incolore. Les alcalis aqueux sont sans action sur lui. Il ne donne pas de coloration caractéristique avec l'acide sulfurique et l'isatine ou le phénanthrène-quinone.

» Sa formule peut être représentée de la façon suivante :

$$C^4H^3S-O-C^4H^2(O^2)-O-C^4H^3S. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du benzylate de soude sur le camphre cyané.* Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication à l'Académie [1] M. Haller a montré que l'alcool éthylique et l'alcool méthylique se soudent intégralement au

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIX, p. 28 et 68.

camphre cyané, quand on traite ce corps par l'éthylate ou le méthylate de sodium,

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CHCAz\\ |\\ CO\end{array}\right. + C^2H^6O = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CAz\\ \\ CO^2C^2H^5\end{array}\right. .$$

» J'ai essayé de répéter l'expérience avec un alcool aromatique et j'ai pris à cet effet le benzylate de sodium.

» J'ai chauffé en tubes scellés à 200° pendant vingt-quatre heures 10^{gr} de camphre cyané avec 25^{cc} à 30^{cc} d'alcool benzylique tenant en dissolution $0^{gr},50$ de sodium. On peut d'ailleurs varier les proportions.

» En ouvrant les tubes on ne constate pas de pression. Le produit de la réaction est traité par l'eau, la masse est reprise par l'éther; cette solution éthérée est lavée plusieurs fois avec de la potasse, desséchée sur du chlorure de calcium et finalement distillée. Il reste dans le ballon un produit qui se solidifie par le refroidissement. On le purifie par des cristallisations dans l'éther ou mieux dans le toluène. Le rendement en produit pur a été de 30^{gr} pour 50^{gr} de camphre cyané employé.

» C'est un corps solide cristallisé en belles lames transparentes. Il fond à 70°-71°. La benzine, le toluène, le xylène le dissolvent facilement même à froid. Il est moins soluble dans l'éther, les alcools méthylique, éthylique et propylique. Le pouvoir rotatoire pris dans le toluène est $\alpha_D = +42°,8$. L'analyse de ce corps a montré qu'il répond à la formule brute $C^{18}H^{23}O^2Az$. On peut lui attribuer la formule de constitution $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CAz\\ CO^2C^7H^7\end{array}\right.$. Saponifié par la potasse aqueuse ou l'acide chlorhydrique concentré, il donne l'acide hydroxycamphocarbonique $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2COOH\\ COOH\end{array}\right.$.

» *Acide* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CAz\\ COOH\end{array}\right.$. — Les eaux de lavage provenant de la préparation du corps précédent précipitent par un acide. Ce précipité, repris par l'éther et mis à cristalliser, donne des cristaux d'une grande netteté et atteignant parfois 1^{cm} de côté. Cet acide fond à 164°; il est assez soluble dans l'éther et dans l'alcool. Son pouvoir rotatoire moléculaire dans l'alcool est $\alpha_D = +64°,61$. Il répond à la formule brute $C^{11}H^{17}O^2Az$. Saponifié par la potasse aqueuse, il donne de l'acide hydroxycamphocarbonique

avec dégagement d'ammoniaque. On peut lui assigner la formule de constitution $C^8H^{14}\langle{}^{CH^2CAz}_{COOH}$.

» Le composé qu'on a vu plus haut peut être regardé comme l'éther benzylique de cet acide cyané.

» Le rendement est de 6gr à 8gr pour 40gr de camphre cyané employé.

» Ayant repris l'action de l'éthylate de soude sur le camphre cyané, j'ai constaté que l'acide en question existait également dans les eaux de lavage, mais en quantité beaucoup plus faible : 0gr,1 à 0gr,2 pour 10gr de cyanocamphre. J'ai préparé différents sels de cet acide.

» Le sel de soude $C^8H^{14}\langle{}^{CH^2CAz}_{COONa} + \frac{3}{2}H^2O$ s'obtient en dissolvant l'acide dans le carbonate de soude et séparant par l'alcool. Il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool. Il se présente sous l'aspect d'une masse gommeuse, blanche, difficile à dessécher. Le sel de cuivre s'obtient par double décomposition entre le sel de soude et le sulfate de cuivre. Desséché en présence de l'acide sulfurique, il répond à la formule

$$\left(C^8H^{14}\langle{}^{CH^2CAz}_{CO^2}\right)^2 Cu + H^2O.$$

C'est une poudre d'un beau vert, devenant bleue quand on la chauffe à 100°.

» Le sel de plomb, obtenu également par double décomposition, desséché sur l'acide sulfurique, répond à la formule $\left(C^8H^{14}\langle{}^{CH^2CAz}_{CO^2}\right)Pb$. Le sel de baryte s'obtient en faisant digérer à 100° l'acide avec du carbonate de baryte jusqu'à neutralité au tournesol. On filtre, on évapore, on fait cristalliser. Ce sel se présente sous la forme d'aiguilles non transparentes. Desséché entre des doubles de papier, on l'obtient cristallisé avec 6 molécules d'eau $\left(C^8H^{14}\langle{}^{CH^2CAz}_{CO^2}\right)^2 Ba + CH^2O$. En présence de l'acide sulfurique, il perd de l'eau et, avec le temps, l'abandonne presque complètement.

» Le sel d'argent noircit rapidement à la lumière.

» Si l'on se reporte aux hydroxycamphocarbonates obtenus par M. Haller, on est frappé de la grande ressemblance qui existe, au point de vue des propriétés physiques, entre ces sels et ceux qui viennent d'être préparés.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les résultats obtenus dans l'action du phénol sodé et du naphtol sodé sur le camphre cyané ([1]). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une méthode générale d'analyse des eaux-de-vie et alcools du commerce*. Note de M. **Ed. Mohler**, présentée par M. Troost.

« On sait doser dans les eaux-de-vie du commerce l'alcool, l'extrait, l'acidité et le furfurol. La méthode que nous décrivons permet, avec 500^{cc} de liquide, de déterminer, en outre, les éthers, les aldéhydes, les alcools supérieurs et les produits azotés. Ces dosages doivent être faits sur le liquide distillé ramené à la teneur alcoométrique de 50°, excepté pour les produits azotés qui sont dosés sur l'échantillon même.

» *Dosage des éthers*. — On fait bouillir 100^{cc} d'alcool distillé, additionné de 20^{cc} de potasse décime, pendant une heure, en faisant surmonter le ballon d'un réfrigérant ascendant. On titre la quantité de potasse absorbée en tenant compte de l'acidité de l'alcool et on calcule les résultats en acétate d'éthyle.

» *Aldéhydes*. — L'intensité de la coloration violette développée par l'action de la rosaniline bisulfitée sur les alcools chargés d'aldéhydes n'est pas proportionnelle à la teneur de la solution. Pour appliquer ce réactif au dosage des aldéhydes, il suffit de le faire agir sur une solution dont la teneur soit connue, et d'amener par dilution l'alcool à analyser à contenir une quantité d'aldéhyde égale à celle du type.

» A 10^{cc} d'une solution d'aldéhyde éthylique au $\frac{1}{10000}$ et à 10^{cc} de l'alcool à analyser (tous deux titrant 50° alcoométriques) on ajoute en même temps 4^{cc} de rosaniline bisulfitée. On laisse les teintes se développer pendant vingt minutes, puis on compare leur intensité avec le colorimètre de Duboscq. On recommence l'opération en diluant

([1]) Travail fait à l'Institut chimique, laboratoire de M. Haller, à Nancy.

l'alcool à analyser jusqu'à ce que les teintes aient la même intensité. Si m représente cette dilution, le poids d'aldéhyde éthylique par litre sera

$$M \times 0,050.$$

» *Alcools supérieurs.* — L'acide sulfurique n'a d'action, dans les conditions où il est employé, que sur les aldéhydes et les alcools supérieurs. Nous retenons les aldéhydes par le phosphate d'aniline.

» A 100^{cc} de l'échantillon distillé, on ajoute 1^{cc} d'aniline et 1^{cc} d'acide phosphorique à 45° B.; on chauffe à l'ébullition au réfrigérant ascendant pendant une heure, puis on distille à sec au bain de sel.

» Le produit distillé est traité par l'acide sulfurique à 66°, suivant la méthode connue, et la teinte obtenue est examinée comparativement, avec le colorimètre, à celle qui est donnée par une solution alcoolique contenant 0,250 d'alcool isobutylique par litre.

» On opère, comme pour les aldéhydes, en diluant l'alcool jusqu'à ce que l'intensité des teintes soit égale.

» *Produits azotés.* — Nous avons déterminé le poids d'ammoniaque correspondant d'une part aux amides et à l'ammoniaque salin, et d'autre part aux bases pyridiques et aux alcaloïdes, en soumettant l'alcool à analyser d'abord à l'action du carbonate de soude, puis à celle du permanganate de potasse en solution potassique, et en titrant les petites quantités d'ammoniaque produites dans l'une et l'autre opération avec le réactif de Nessler.

» On ajoute à 100^{cc} de l'échantillon non distillé 2^{cc} d'acide phosphorique à 45° B. et l'on chasse tout l'alcool par l'ébullition.

» La solution phosphorique des bases est étendue d'environ 1^{lit} d'eau distillée; on ajoute 10^{gr} de carbonate de soude pur et l'on distille jusqu'à ce qu'il ne passe plus d'ammoniaque; puis on introduit le permanganate et la potasse et l'on continue la distillation en recueillant l'eau ammoniacale dans un autre récipient.

» L'ammoniaque provenant de chaque opération est dosée avec le Nessler, comparativement avec une solution contenant par centimètre cube $0^{gr},00001$ de chlorhydrate d'ammoniaque.

» En résumé, la méthode que nous venons de décrire permet, avec un volume de 500^{cc}, d'analyser des alcools ne contenant plus que :

» $\frac{1}{2000000}$ d'acides, $\frac{1}{2000000}$ d'éthers, $\frac{1}{1000000}$ d'aldéhydes, $\frac{1}{100000000}$ de furfurol, $\frac{1}{20000}$ d'alcools supérieurs et $\frac{1}{100000}$ quand on opère avec de l'alcool à 90°; $\frac{1}{10000000}$ d'ammoniaque correspondant à l'ammoniaque salin et aux amides; $\frac{1}{10000000}$ d'ammoniaque correspondant aux alcaloïdes et aux traces pyridiques.

» Le Tableau suivant indique la composition de quelques eaux-de-vie naturelles et artificielles :

» Le coefficient d'impureté d'un alcool est le rapport multiplié par 100 du poids total des impuretés (extrait non compris) au poids de l'alcool éthylique contenu dans un même volume de l'alcool analysé.

Composition en grammes, par litre, de quelques eaux-de-vie naturelles et artificielles.

	Marc.		Cognac.		Rhum.		Kirsch.	
	Nature. Beaune, 1887.	Fantaisie.	Nature. 1860.	Fantaisie.	Nature. Jamaïque, 1875.	Fantaisie.	Nature. Rouffach, 1886.	Fantaisie.
rait	0,100	0,320	6,640	4,120	3,760	3,480	0,176	0,800
ool	49°,3	44°,5	48°,5	44°,7	50°,6	44°,6	47°,6	43°,6
de cyanhydrique	»	»	»	»	»	»	0,045	0
des en CH^3-CO^2H	0,216	0,252	0,600	0,072	0,960	0,060	0,120	0,084
ers en $CH^3.CO^2.C^2H_5$	1,135	0,281	0,422	0,140	1,056	0,026	0,352	0,158
éhydes en CH^3-COH	1,363	0,105	0,106	0,027	0,120	0,026	0,058	0,015
furol	0,0008	0,001	0,0065	0,0015	0,023	0,002	0,0058	0,001
ools supérieurs en CH^3 CH^2 > $CH.CH^2.OH$	1,600	0,130	0,800	0,100	0,340	0,080	0,450	0,050
moniaque et amides en AzH^3	0,001	0,003	0,035	0,004	0,003	0,003	0,004	0,002
es pyridiques et alcaoïdes en AzH^3	0,0006	0,0004	0,005	0,002	0,012	0,0013	0,005	0,0005
al des produits étrangers l'alcool éthylique (extrait non compris)	4,3164	0,7724	1,9745	0,3465	2,514	0,1983	1,0398	0,3005
efficient d'impureté de alcool	1	0,2	0,49	0,093	0,58	0,054	0,25	0,083

» Le coefficient d'impureté fait ressortir que les eaux-de-vie artificielles contiennent de trois à dix fois moins de produits étrangers à l'alcool éthylique que les eaux-de-vie naturelles; car le bouquet et la saveur particuliers à ces dernières sont évidemment dus à des produits étrangers à l'alcool éthylique.

» Nous croyons être autorisés à penser que, lorsqu'on aura fait un grand nombre d'analyses d'eaux-de-vie dont on connaîtra l'origine, il sera possible de déterminer des limites de composition au delà desquelles les eaux-de-vie pourront être considérées comme falsifiées (1). »

(1) Laboratoire municipal de Paris.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La fonction urinaire s'exerce chez les Mollusques acéphales, par l'organe de Bojanus et par les glandes de Keber et de Grobben.* Note de M. **Augustin Letellier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai montré en 1887 (¹) que les Mollusques acéphales ont une fonction urinaire et que l'organe de Bojanus en est l'appareil excréteur.

» J'ai fait voir, en effet, que sa sécrétion est neutre, qu'elle renferme de l'urée, divers phosphates, enfin des corps que l'on est habitué à considérer comme caractéristiques de l'urine des vertébrés. Contre toute attente, je n'y ai trouvé ni acide urique, ni acide hippurique. J'en ai conclu que chez les Acéphales l'urine est de composition un peu différente de celles déjà connues chez ces êtres. J'aurais dû, avant de raisonner ainsi, m'assurer qu'aucune autre glande n'est chargée de l'élimination des acides. C'est ce que Kovalevsky a fait depuis; son Mémoire, sur lequel M. Delage a attiré mon attention, a inspiré mes recherches (²).

» Kovalevsky a injecté un grand nombre d'animaux invertébrés avec di-

quelles se fait l'excrétion.

» Il a toujours trouvé l'organe de Bojanus des Acéphales neutre aux réactifs colorés et les glandes de Keber et de Grobben acides. Il en a conclu que, vraisemblablement, l'organe de Bojanus des Mollusques acéphales est l'analogue des corpuscules de Malpighi des vertébrés qui sont, comme on sait, neutres ou basiques, et que les glandes péricardiales sont les analogues des tubuli contorti, lesquels sont acides. Mais, s'il est vrai que la po-

ments de l'urine des Mammifères et en particulier des Herbivores : le Pectèn et le Cardium se nourrissent de diatomées.

» Pour extraire l'acide hippurique sécrété par la glande de Keber du *Cardium edule*, on met l'animal sur une tôle rouge : les muscles se détachent des valves, l'animal vit encore ; il est alors facile de l'enlever sans l'endommager et de trouver la glande péricardiale, que l'on détache avec des ciseaux fins. Après avoir répété cette opération sur deux ou trois cents animaux, on dessèche les glandes au bain-marie, on les pulvérise, puis, ayant ajouté de l'eau distillée, on fait bouillir pendant une demi-heure. On filtre, on évapore à siccité, toujours au bain-marie, le liquide limpide qui a passé, et on épuise le résidu sec par l'alcool absolu bouillant.

» Au bout d'un temps variable avec l'état de concentration, l'alcool abandonne une poudre blanche dans laquelle un bon objectif permet seul de découvrir un amas de fins cristaux. Cependant, quand l'évaporation de l'alcool se fait avec une extrême lenteur, on peut obtenir des macles ayant plus de 1^{mm} de diamètre. On prend cette poudre avec une pipette et on la dépose sur une lame de verre ; l'alcool ne tarde pas à s'évaporer, et là où il y avait des amas de cristaux on voit des taches huileuses jaunes. Bientôt celles-ci disparaissent, et l'on a à leur place des cristaux très nets, isolés ou en macles. Leur forme est celle qui est figurée dans l'Atlas de Robin, à la planche XLIV, fig. 1. Ces cristaux sont solubles dans l'eau, à laquelle ils donnent une forte réaction acide ; ils sont également très solubles dans l'alcool, mais plus difficilement dans l'éther. Lorsqu'on chauffe légèrement ces cristaux, ils fondent, se transforment en une huile jaune qui, refroidie, est insoluble dans l'eau, mais se dissout très facilement dans l'ammoniaque. A une température plus élevée, le liquide devient rouge, puis se charbonne, et, sur la portion froide du tube à essai, où se fait l'expérience, on trouve de nombreux cristaux prismatiques enchevêtrés les uns dans les autres.

» Quoique, à cause du peu de matière, il soit difficile de percevoir nettement l'odeur de l'acide cyanhydrique, on ne peut admettre que la substance observée soit de l'acide benzoïque. En effet, cet acide cristallise toujours en lamelles dans l'acide chlorhydrique ; l'acide de la glande de Keber du cardium cristallise en prismes dans les mêmes circonstances ; enfin, l'acide benzoïque se sublime sans qu'il y ait production de l'huile rouge qui s'observe toujours avec de l'acide hippurique, le seul corps avec lequel on pourrait le confondre.

» L'acide hippurique est-il libre ou combiné dans le liquide sécrété par l'organe de Keber ? A la forme des cristaux qui sont solubles dans l'éther, il semble qu'ils sont purs, que l'acide est libre. Cependant, si l'on prend une de ces grosses macles qui se forment à la longue dans les solutions alcooliques étendues, et si on la dissout dans l'acide chlorhydrique, on a, par évaporation, des cristaux prismatiques, évidemment formés par l'acide hippurique et quelques cristaux sans action sur la lumière polarisée, qui sont certainement du chlorure de sodium. On peut donc admettre, en attendant des recherches nouvelles, que l'acide hippurique se trouve à

l'état libre et à l'état d'hippurate de soude dans la sécrétion de la glande péricardiale du *Cardium edule*.

» La glande de Grobben ou Pecten a donné à Kovalevsky une réaction nettement acide. L'extrait alcoolique préparé avec la glande du *Pecten maximus* est fortement acide. On en peut extraire des cristaux qui fondent en une huile jaune quand on les chauffe légèrement et qui donnent un liquide rouge à une plus haute température et avant de se charbonner. Ces cristaux sont solubles dans l'éther et, par l'évaporation spontanée de celui-ci, ils reprennent la forme de prismes très longs et très fins, terminés en biseau. Quoique la quantité de matière que j'ai pu observer ait été très petite, je crois pouvoir dire encore cette fois que les cristaux sont de l'acide hippurique.

» En résumé, et autant qu'il est, dès à présent, permis de formuler un jugement, on peut dire que chez les Mollusques acéphales la fonction urinaire s'accomplit au moyen de deux glandes. L'une est au-dessous du cœur : c'est l'organe de Bojanus, elle élimine l'eau en excès, l'urée, divers corps neutres azotés et les phosphates; accidentellement elle peut servir à l'élimination de l'acide urique. L'autre est au-dessus du cœur ou tapisse ses oreillettes, c'est l'organe de Keber ou la glande de Grobben; son rôle normal est d'extraire du sang l'acide qu'il renferme. Chez les deux Mollusques qui ont servi aux expériences, cet acide s'est trouvé être de l'acide hippurique; mais rien ne prouve que chez d'autres on ne découvrira pas de l'acide urique : c'est ce que des recherches ultérieures me montreront. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le développement des chromatophores des Céphalopodes octopodes*. Note de M. **L. Joubin**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La structure anatomique des chromatophores des Céphalopodes adultes est actuellement assez bien connue, et l'opinion qui attribuait à des contractions de fibres musculaires les mouvements de la matière colorée semble définitivement abandonnée; mais on est loin d'être d'accord sur le mode de développement de ces organes. Ayant pu étudier à Banyuls l'embryogénie de l'Argonaute et de l'Octopus, je suis arrivé à des résultats qui me paraissent fort différents de ce que l'on connaît chez les Céphalopodes décapodes.

» Contrairement à l'opinion de M. Girod, pour qui les chromatophores

des Décapodes se développent aux dépens du mésoderme, contrairement aussi à l'opinion de M. Phisalix, pour qui la cellule colorée de la Sépiole est le résultat de la fusion de plusieurs cellules entre elles, le chromatophore du Céphalopode octopode est, à mon avis, d'origine ectodermique et ses parties accessoires, seules, d'origine mésodermique. C'est assez comparable à ce que l'on rencontre dans les organes des sens.

» Chez l'embryon d'Argonaute la peau se compose d'un épithélium ectodermique simple recouvrant un tissu conjonctif lâche mésodermique.

» Dans la région dorsale comprise entre les deux yeux, on voit, là mieux que partout ailleurs, des cellules ectodermiques disséminées devenir plus grosses que celles qui les environnent; puis, peu à peu, elles s'enfoncent dans une sorte de dépression en forme d'entonnoir, entraînant les cellules voisines.

» Le sommet de la saillie ainsi formée dans le mésoderme sous-jacent est formé par la grosse cellule, destinée à former la partie essentielle du chromatophore. S'enfonçant toujours, elle finit par se trouver au fond d'un petit puits ectodermique, et commence à devenir très grosse; son contenu protoplasmique se divise en deux couches, l'une plus solide qui se condense autour du noyau, l'autre plus limpide dans laquelle est plongée la première.

» Cette cellule, dont la paroi s'est épaissie en même temps qu'elle s'est dilatée, finit par ne plus être rattachée que par une étroite surface aux cellules ectodermiques invaginées, et en dernier lieu s'en sépare, devenant libre dans le mésoderme dont quelques cellules se fixent sur elle pour la renforcer. Dès lors, elle perd sa forme sphérique pour devenir à peu près semblable à une lentille biconvexe.

» Mais, pendant que ceci se passait dans l'ectoderme, les cellules mésodermiques ne restaient pas inactives. En dessous de l'invagination ectodermique, elles se disposent par cinq ou six, en cercle; puis, par des divisions radicales successives, elles finissent par être une vingtaine formant un cercle plus grand. Elles ont une forme ovoïde allongée. C'est alors que, suspendue au-dessus de ce cercle, la cellule ectodermique devient libre et s'y trouve naturellement enchâssée; elle grandit et vient en contact par son bord circulaire avec cette couronne de cellules ovoïdes. Le chromatophore est constitué. Le protoplasma de la cellule chromatique se colore en jaune ou en rose, et les cellules périphériques s'allongent et se transforment en fibres.

» On a beaucoup discuté sur la nature musculaire ou conjonctive de ces

fibres rayonnantes. Musculaires, c'étaient elles qui, par leur contraction brusque, auraient amené les mouvements de la matière colorée; conjonctives, elles n'auraient plus eu aucune action immédiate sur ces mouvements. D'après mes observations, ces deux opinions sont cependant vraies, mais successivement. Les fibres périphériques jeunes sont musculaires et animées de mouvements de contraction des plus évidents, mais qui n'ont aucune espèce d'action sur le protoplasma coloré; cela fait simplement mouvoir tout l'ensemble de l'appareil dans la direction des fibres qui se sont contractées. Ce n'est que plus tard que ces fibres perdent leur propriété contractile, deviennent semblables à des faisceaux de fibrilles et servent uniquement à tenir fixé l'ensemble du chromatophore.

» Le chromatophore me paraît donc formé d'une partie essentielle, la cellule ectodermique colorée, et de parties accessoires mésodermiques, ressemblant primitivement à des fibres musculaires et devenant plus tard conjonctives.

» Quant à la terminaison nerveuse propre à chaque chromatophore, on peut la mettre en évidence sur l'animal vivant au moyen d'une préparation spéciale de bleu de méthylène. On voit alors avec la plus grande netteté le réseau nerveux cutané des chromatophores, dont chaque fibre se termine par un léger renflement appliqué contre la cellule chromatique, mais qui ne me paraît point y pénétrer. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'*Atlantonema rigida *v. Siebold, parasite de différents Coléoptères coprophages.* Note de M. **R. Moniez**.

« Leuckart a montré que les larves de l'*Atlantonema mirabile* vivent quelque temps sous les élytres du Coléoptère qui héberge ce parasite; elles le quittent ensuite pour acquérir leur différenciation sexuelle : tandis que l'animal parasite était hermaphrodite, ses descendants libres ont les sexes séparés. « Jamais, dit Leuckart, on ne trouve l'*Atlantonema* à l'intérieur » du corps, quand les Rhabditis font défaut sous les ailes du Coléo- » ptère. »

» Mais les Rhabditis de l'*Atlantonema mirabile* ne sont pas les seuls jeunes Nématodes que l'on puisse trouver sous les ailes des Coléoptères : nous avons fort souvent observé de ces animaux sous les élytres de différents Géotrupes, Nécrophores ou Aphodius, qui n'hébergent point le parasite si bien étudié par Leuckart; en revanche, nous avons plusieurs fois

rencontré, dans la cavité du corps des Aphodius, un autre Nématode que nous devons rapporter à l'*Atlantonema* (*Filaria*) *rigida*, découvert et suffisamment caractérisé par Siebold, espèce que personne n'avait revue depuis et que Leuckart a cherchée en vain. La *Filaria rigida* doit être rapportée au genre *Atlantonema*, bien qu'elle reste libre dans la cavité du corps de son hôte et qu'elle conserve, à l'état adulte, la forme ordinaire des Nématodes. Le parasite perd la plupart de ses organes, en particulier le tube digestif, pour ne plus présenter que les caractères d'un long sac, rempli d'embryons à tous les degrés de développement : ces embryons, qui finissent par rompre le corps de leur mère, se répandent en énorme quantité entre les viscères de l'hôte; ils peuvent évoluer sur place, jusqu'à un certain degré, du moins on en trouve de toute taille et l'on voit, en même temps, une très grande quantité de larves qui proviennent, à n'en pas douter, de ces embryons; on voit, en outre, de jeunes individus, assez nombreux, qui se rapprochent des larves par la taille et sont dus à leur évolution. Tandis que les embryons ont l'extrémité du corps progressivement terminée en pointe, chez les larves la queue est très mousse, un peu dilatée en bouton, même, et, chez les jeunes individus dont nous venons de parler, cette région du corps devient assez brusquement très pointue.

» Est-ce à ce dernier stade que s'arrête l'évolution de notre *Atlantonema* dans le corps du Coléoptère qui l'héberge, et, parvenu à ce degré de développement, doit-il passer dans un autre milieu, vivre en liberté pour une ou plusieurs générations, ou émigrer dans un autre hôte? Je ne puis, jusqu'ici, que faire des hypothèses à ce sujet : il est certain que, au milieu du nombre énorme de parasites à l'état de larves ou d'embryons dont nous venons de parler, on n'en trouve qu'un très petit nombre dont la taille et les caractères des organes de reproduction sont ceux d'un animal bien près d'atteindre l'état adulte; mais proviennent-ils du dehors ou dérivent-ils des larves qu'on trouve avec eux? Leur petit nombre, dans tous les cas observés, me ferait pencher pour la première manière de voir.

» Quoi qu'il en soit, les jeunes femelles d'*Atlantonema rigida*, celles qui ne contiennent encore que des œufs, ont conservé la queue pointue qui disparaît chez les adultes, bourrées d'embryons; mais elles ne présentent plus cette espèce d'aiguillon pointu de la partie antérieure, que l'on trouve chez les jeunes individus sur lesquels nous avons attiré l'attention plus haut et que l'on rencontre aussi sur quelques-unes des larves que portent sur leur dos les Coléoptères coprophages.

» Celles-ci sont de deux sortes : les unes appartiennent au *Rhabditis oxyuris*, ou à une forme très voisine, et le fait n'a rien de surprenant, puisqu'on trouve souvent, sur les parties du corps voisines du dos du Coléoptère, des individns de cette espèce métamorphosés comme nous l'avons décrit (voir *Comptes rendus*, 23 septembre 1889); les autres Rhabditis du dos des Coprophages me paraissent devoir se rapporter au *Rh. brevispina* Bütschli : je trouve, entre ces larves et celles qui vivent à l'intérieur du corps des Aphodius et Géotrupes, tant de formes de passage, que je me demande s'il ne s'agit pas, en somme, d'une seule et même espèce, qui serait hermaphrodite et protandrique à l'état de parasitisme, et qui, à l'état libre, sous forme d'individus aux sexes séparés (*Anguillula brevispina* Bütschli), vivrait dans les bouses. C'est à la mort de leur hôte sans doute, par suite de la destruction de ses tissus, que les embryons ou larves seraient mis en liberté; les descendants de l'*Anguillula brevispina*, gagnant le dos des Coléoptères coprophages, pénétreraient dans leur hôte par perforation, pour y prendre les caractères de l'*Atlantonema rigida*. Ce ne serait pas un fait isolé. Les expériences que nous avons instituées nous permettront sans doute de résoudre bientôt cette question. »

GÉOLOGIE. — *Sur la position de la craie de Touraine*. Note de M. **A. de Grossouvre**, présentée par M. Daubrée.

« A la suite de mes études en Touraine, pour le service de la Carte géologique détaillée de la France, j'ai reconnu que la craie de Villedieu, telle que l'a définie d'Orbigny, comprend trois niveaux fossilifères caractérisés par trois faunes d'Ammonites :

» 1° A la base, le niveau à *Am. Haberfellneri* (*petrocoriensis*) avec *Am. tricarinatus*, *bajuvaricus*, *Moureti*, etc. ;

» 2° Au milieu, le niveau à *Am. Serrato-marginatus* (*Bourgeoisi*, pp);

» 3° Au sommet, le niveau à *Am. Syrtalis* avec ses variétés, *Orbignyi*, *Ribouri*, *Guadaloupæ*.

» La comparaison de ces faunes avec celles de la Charente montre que les deux premiers niveaux correspondent à peu près à l'étage coniacien, et le niveau supérieur à l'étage santonien, tels que ces étages ont été définis par Coquand et précisés par M. Arnaud. Ainsi la carte de Villedieu, avec sa faible épaisseur, représente tout un ensemble qui possède dans la Charente un grand développement, comme depuis longtemps l'a avancé Hébert, à qui l'on a souvent reproché cette assertion. Mais cette craie n'est pas

inférieure au *M. cortestudinarium*, ainsi que ce savant avait cru le voir aux environs de Chateaudun, car la craie à silex de la vallée du Loir n'est en partie qu'un facies latéral de la craie de Villedieu.

» Si l'on compare les faunes d'Ammonites de la craie de Villedieu avec celles de la craie de Westphalie, on voit que ses deux niveaux inférieurs correspondent identiquement à l'*Emscher-Mergel* et le niveau supérieur à l'*Unter-Senon*. Or, l'Emscher-Mergel, supérieur aux *Cuvieri-Pläner* considérés en général comme représentant les assises à *M. cortestudinarium*, se place sur le niveau du *M. coranguinum*, point admis d'ailleurs par la plupart des géologues (Barrois, Hébert, Lambert, Péron); l'Unter-Senon est l'équivalent de la craie à Marsupites. Ainsi la craie de Villedieu, au lieu d'être inférieure au *M. cortestudinarium* lui serait supérieure et représenterait les assises à *M. coranguinum*.

» Au-dessus de la craie de Villedieu vient la craie à silex de Chaumont et de Blois, confondue à tort avec la craie à silex de la vallée du Loir; d'Orbigny y a depuis longtemps signalé le *Magas pumilus* et j'y ai recueilli le *M. Brongniarti* : la présence de ces deux fossiles caractéristiques en fait donc l'équivalent de la craie à belemnitelles et de l'étage campanien.

» Les conclusions précédentes trouvent une confirmation directe dans le bassin de Dieulefit où les grès verts, avec la faune d'Ammonites des niveaux inférieurs de Villedieu, sont superposés à une craie renfermant le *M. cortestudinarium* bien typique, avec toutes les variétés qu'il présente dans le bassin de Paris. Elles permettent de préciser la position si discutée des diverses assises de la craie du Midi : la craie à Micrasters des Charentes, les grès et marnes à Micrasters, avec leurs bancs d'Olippurites, des Corbières et de la Provence, se placent à la base de la zone à *M. coranguinum*, les couches du moulin Tiffou du Moutier, de Fontainien et du Castellet qu'on peut identifier au niveau à *Am. Syrtalis*, représentent le sommet de cette zone et n'appartiennent pas au campanien comme le pensent la plupart des géologues. Il en résulte donc que le campanien marin n'est pas représenté en Provence, conclusion conforme à celle que M. de Saporta a déduite de l'étude de la flore. »

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance géologique des chaînes alpines entre Moutiers (Savoie) et Barcelonnette (Basses-Alpes). Terrains antérieurs au jurassique.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« Une série d'explorations effectuées cet été pour le compte de la Carte géologique de France, dans la partie des Alpes françaises comprise entre

la haute vallée de l'Isère, la frontière italienne et la haute vallée de l'Ubaye, portant par conséquent sur une partie de la Tarentaise, la Maurienne, le Briançonnais et une fraction de la haute Provence, nous a fourni quelques résultats d'un intérêt général, dont voici l'exposé succinct. Ces résultats concordent en grande partie avec les interprétations adoptées, depuis quelques années déjà, par nos confrères du Service géologique d'Italie, MM. Zaccagna et Mattirolo.

» Schistes gris lustrés. — Les schistes gris lustrés et les schistes calcaréo-talqueux du Queyras sont partout nettement inférieurs aux assises triasiques, et à Combe-Brémond (Ubaye) aux argilolithes que nous rapportons au système permien. Entre le lac Paroird et le Longet, à Maurin (haute Ubaye) et près de Château-Queyras, ils sont recouverts directement par les quartzites triasiques, mais, dans beaucoup de cas, la disparition mécanique de ces derniers a amené les calcaires triasiques en superposition immédiate sur les schistes [cîmes du Gondran, près Briançon, Bardonnèche, lac Paroird, Péou-Roc (haute Ubaye)]. Au col Longet (Basses-Alpes), les schistes lustrés passent insensiblement, vers le bas, à des schistes micacés. Ils forment l'axe d'une série d'anticlinaux coupés par l'Ubaye entre le col du Longet et Sérenne, et l'on peut voir très nettement les synclinaux occupés par les quartzites et les calcaires triasiques ployés en V.

» De vastes étendues sont occupées par ces schistes entre Bardonnèche, Oulx et Cézanne (Italie), ainsi que dans le Queyras. On y remarque des bancs de calcaire cristallin noirâtre et de nombreuses intrusions de serpentine [Maurin, col la Noire (2999^{m}), etc.].

» Terrain houiller. — Le terrain houiller forme le grand anticlinal (et non synclinal) en éventail de la troisième zone, à droite et à gauche duquel ont eu lieu des *glissements* et des *étirements* de couches, accidents qui ont reçu de Lory les noms de *failles de Saint-Michel* et de *Modane*. Ce terrain se montre en outre dans quelques anticlinaux de la deuxième zone (Saint-Jean-de-Belleville, Moutiers, etc.); il disparaît à l'est d'une ligne, Modane-Briançon-Saint-Paul, et cède la place aux schistes lustrés. Il n'y a rien de nouveau à signaler au point de vue de sa composition, sinon qu'il faut en distraire des assises bigarrées que Lory y avait incorporées (au col de la Ponsonnière notamment), et les rattacher au permien.

» Permien. — Un certain nombre de couches peuvent, par suite de leur position entre les quartzites du trias inférieur et les grès houillers, être rapportées au système permien. Ce sont, outre les phyllites verts à noyaux feldspathiques (anciens gneiss chloriteux) des environs de Modane, dont

l'âge reconnu depuis longtemps par M. Lachatz a été établi par M. Zaccagna et confirmé par les explorations de MM. Potier, Bertrand et Termier, nous avons retrouvé ces phyllites dans la Vallée-Étroite, aux alentours du Thabor et au Plan de Phazy près de Guillestre), des grès kaolino-argileux à teintes vives et des argilolithes schisteuses vertes et lie de vin (Plan de l'Achat, hameau des Mottes, dans le massif des Rochilles, Grand-Galibier, l'Argentière, Moutiers en Tarentaise), des conglomérats à galets de quartz et ciment argileux lie de vin (l'Argentière, Champ-Didier, Saint-Roch près l'Argentière) rappelant le verrucano (Sernifit) du canton de Glaris. L'existence de cet horizon intermédiaire entre les quartzites triasiques auxquels le rattachent souvent des « schistes argentins », talqueux et micacés, et le terrain houiller ou les schistes lustrés, paraît générale dans les chaînes Alpines.

» *Trias.* — Ce terrain semble pouvoir être définitivement considéré comme formé des assises suivantes de bas en haut :

» *a.* Quartzites : horizon très constant et bien connu depuis les travaux de Lory. Ces grès sursiliceux, à grains plus ou moins nets (*Classarts, Grésards* des habitants du pays), sont blancs, parfois teintés de rose et de vert, souvent talqueux et argentés.

» *b. Cargneules et gypses* atteignant un grand développement dans certaines localités (Ceillac), réduits ailleurs (mont Thabor, Bocca del Serii, col Tronchet, etc.) à une assise de quelques mètres seulement, séparant les quartzites des calcaires C, et disparaissant totalement au nord de l'Arc (col de Varbuche, Moutiers).

» Sur les quartzites reposent, en effet, très nettement [Festiva et Polset, près Modane, mont Thabor, Vallée-Étroite, Roc de l'Ange-Gardien (Château-Queyras), col du Tronchet, Ceillac, Maurin, Lac Paroird, Galibier, etc.] des gypses et des cargneules parfois assez épais (Ceillac), souvent aussi réduits à une mince bande (de cargneules) jaune, facile à découvrir dans les cols et à la partie moyenne des escarpements dont le sommet est formé par les calcaires et la base par les quartzites. Dans le sud de la région, on assiste également à un amincissement très irrégulier et local (vallées du Guil et de l'Ubaye) de cette assise. Au sud et au nord-ouest, dans certains points (Varbuche, Moutiers), les quartzites supportent directement les calcaires triasiques de l'étage suivant.

» *c. Calcaires dolomitiques* (calcaires du Briançonnais, Lory, *pro parte maxima*) grisâtres, généralement saccharins, cristallins et *moirés,* et calcaires phylliteux accompagnés souvent de schistes rougeâtres et verdâtres. On y remarque des bancs bréchiformes très caractéristiques.

» Les calcaires forment une bande *à peu près continue* de la Vanoise [1] à l'Ubaye en passant par Briançon [Chaberton, mont Thabor, Bonnenuit, Roc du Grand-Gali-

---

[1] Où ils ont été étudiés par MM. Bertrand et Termier qui les rapportent également au trias.

bier, Col des Rochilles, Vallée-Etroite, Esseillon et Polset, près Modane, Briançon, Col de l'Eychanda, Mont-Genèvre, Sainte-Marguerite, Peine-d'Hier, Saint-Antoine et environs de Maurin (Basses-Alpes), Ange-Gardien (Queyras), Château-Queyras, Maison-du-Roi, Plan-de-Phazy, près Guillestre, et s'atténuent fortement à l'ouest, col de Varbuche (Savoie), Plan de Phazy, vallée de Barcelonnette. Ils contiennent souvent des cristaux d'albite (environs de Modane, vallée de l'Ubaye) et sont très pauvres en fossiles (*Entroques, Pentacrines, Gastropodes* indéterminables). Ces calcaires triasiques, bien reconnaissables, sont réduits à une faible épaisseur au Pas-du-Roc (ici presque en contact avec l'infralias).

» Des calcaires phylliteux et schisteux se montrent très constants (Polset, près Modane, Valloires, massif du Gondran, près Briançon, Maurin, etc.), et accompagnent presque partout les calcaires triasiques dont ils semblent former la partie *inférieure*.

» *d. Gypses et cargneules supérieurs,* bien développés en Maurienne, immédiatement au-dessous du rhétien à *Avicula contorta* et renfermant des bancs de *schistes* ardoisiers *lilas et verts*. Ces gypses et ces cargneules se montrent superposés aux calcaires C dans les environs de Moutiers (Savoie), au col de Varbuche (Savoie), à Valloires et Bonnenuit et dans le Briançonnais (environs du Monétier de Briançon).

» Des *schistes lilas et verdâtres* occupent la partie supérieure des gypses (Champessuit, Villarly, col de Varbuche, etc.), en Maurienne et se retrouvent dans le Briançonnais associés et mêlés aux calcaires C (environs de Saint-Martin-de-Queyrières, de Vallouise, du col Néal, etc.).

» En résumé, si l'on tient compte de ce que :

» 1° Le gypse et les calcaires semblent se remplacer mutuellement et leurs épaisseurs paraissent croître aux dépens l'une de l'autre (Maurienne et Briançonnais);

» 2° Dans l'ouest de la Maurienne et de la Tarentaise, les gypses, au lieu d'être intercalés entre les quartzites et les calcaires, occupent la partie supérieure du trias;

» 3° Au tunnel du Grand-Galibier, on voit les gypses (qui en profondeur sont de l'anhydrite) *passer latéralement* à des calcaires dolomitiques. A la montée du mont Genèvre, les calcaires passent nettement à des cargneules;

» 4° Dans les gypses on remarque fréquemment des blocs anguleux de calcaire noyés dans la masse sulfatée et semblant, comme les fragments analogues contenus dans les cargneules, n'être autre chose que des restes de la roche primitive, épargnés par la transformation qu'a subie la masse entière;

» On est amené à conclure que les gypses, cargneules inférieurs et supérieurs et calcaires ne sont que des modifications diverses d'un seul et même ensemble ».

HYDROGRAPHIE. — *Sondages du lac Léman*. Note de M. **A. Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« C'est seulement en 1890 que, à la suite de sondages exécutés les années précédentes, la première Carte hydrographique générale du lac Léman a été donnée. L'excellente Carte de M. Pictet, faite en 1877, ne comprenait que la partie du lac qui s'étend de Genève à Hermance.

» La nouvelle Carte est dressée à l'échelle de $\frac{1}{25000}$ et par courbes isobathes espacées de 10^m. La partie suisse a été exécutée par M. Hörnlimann, sous la direction de M. le colonel Lochmann; le Ministère des Travaux publics m'a confié la partie française, et j'ai été secondé par MM. Falletti, Garcin et Magnin.

» Voici, en quelques mots, la description du relief du lac :

» Le lac Léman se compose essentiellement de deux parties, le grand lac, entre Nernier et Villeneuve; le petit lac entre Nernier et Genève.

» Le grand lac est un bassin dont la profondeur maximum entre Évian et Ouchy est de 310^m; le fond de ce bassin est une vaste plaine presque horizontale; sur une surface d'environ 46^{kmq}, la dénivellation extrême est de 5^m.

» L'inclinaison des talus de ce bassin est très faible suivant l'axe longitudinal du lac (10^{mm} à 15^{mm} par mètre). Transversalement, elle est plus forte : elle varie de 1° ou 2° dans les baies de Rolle et de Condrée, à 30° près de Meillerie, 48° près de Saint-Gingolph et 56° au pied du château de Chillon.

» Les principales particularités du grand lac sont :

» Le ravin sous-lacustre du Rhône, décrit et expliqué par M. le professeur Forel (*Comptes rendus*, t. CI, p. 725, et *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, t. XXIII, 1887);

» Le delta de la Dranse, type caractéristique des deltas torrentiels (les terrasses de Thonon, au-dessus de la Dranse, ne sont que des restes d'anciens deltas de cette rivière);

» Quelques accidents orographiques, dont le plus important est un monticule immergé, en avant de Cully. La profondeur sur ce monticule n'est que de 239^m, les fonds voisins ayant 250^m.

» Le grand lac est séparé du petit lac par la barre de Nernier ou de Promenthoux, sur laquelle la profondeur est de 66^m. Sur le versant oriental de cette barre, on trouve des cailloux morainiques recouverts de mousse [1].

» Le petit lac se compose de quatre cuvettes profondes de 76^m, 70^m, 70^m et 50^m, séparées par des barres très aplaties, sur lesquelles la profondeur est de 63^m, 64^m et

---

[1] Forel, *Comptes rendus*, 19 octobre 1885.

47^{m}. En face de Bellerive et par des fonds de 25^{m}, s'élève un monticule important, sur lequel la profondeur n'est que de 8^{m}. Ce monticule, dit les Hauts-Monts, est constitué par la mollasse, d'après les observations de Pictet.

» La surface du lac est de 582^{kmq}; son volume de 89 milliards de mètres cubes; sa profondeur moyenne, quotient du volume par la surface, de 153^{m}. »

M. **Delaurier** adresse une Note intitulée « De la combinaison de l'azote avec d'autres éléments chimiques, sans l'intervention des microbes ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

ERRATA.

(Séance du 22 décembre 1890.)

Note de M. *A. Romieux*, Relations entre les déformations actuelles de la croûte terrestre et les densités moyennes des terres et des mers :

Page 994, ligne 18, *après* qu'elle sépare, *mettre un point et aller à la ligne.*
Même page, lignes 19 et 21, *au lieu de* immergées, *lisez* émergées.
Page 996, ligne 23, *au lieu de* M. Suban, *lisez* M. Supan.
Même page, ligne 24, *au lieu de* maxima, *lisez* marines.

(Séance du 29 décembre 1890.)

Prix Serres, page 1070, ligne 10, *au lieu de* Dragon, *lisez* Dugon.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JANVIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur l'hypothèse du sphéroïde et sur la formation de la croûte terrestre;* par M. H. Faye.

« Au siècle dernier, les géomètres et les astronomes attribuaient à la surface mathématique de notre planète la figure d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles. Tous les astres du système solaire, dont les molécules ont joui à l'origine et jouissent encore en partie de l'extrême mobilité des fluides, ont pris en effet, sous la seule influence des attractions mutuelles de ces particules, une figure sphérique, comme le Soleil, la Lune, etc., et, pour ceux dont la rotation est la plus rapide, comme Jupiter et Saturne, une figure de révolution dont l'ellipticité est manifeste. La grande Commission du système métrique est partie de cette idée. Quand elle entreprit de mesurer la Terre avec une précision inconnue

avant elle, elle se préoccupa naturellement des irrégularités de sa surface physique; mais il lui parut suffisant de donner à ses mesures le plus d'étendue possible, et d'éviter d'en faire aboutir les extrémités au voisinage des grandes chaînes de montagnes.

» Peu après l'établissement du système métrique, quelques savants pensèrent que les dislocations de la croûte terrestre devaient avoir altéré profondément la surface de niveau des mers et l'avoir transformée en un sphéroïde tout à fait irrégulier. Mais, pour apprécier sainement l'influence de ces dislocations géologiques, il aurait fallu savoir comment elles se sont produites. Si les hauts plateaux de l'Asie, par exemple, étaient dus au transport horizontal, d'une région à l'autre, de masses considérables de roches et de sédiments, il en serait certainement résulté une déformation notable dans la surface de niveau des mers. En serait-il de même si ces grandes saillies étaient dues à un déplacement de matériaux dans le sens vertical? La question ne fut même pas posée. L'idée d'un sphéroïde restait donc à l'état de supposition gratuite. Laplace l'a si bien compris qu'il a tenté de s'appuyer sur les mesures mêmes des géodésiens et de prouver qu'en fait la Terre n'était pas un ellipsoïde de révolution.

» Pour faire apprécier la démonstration de Laplace, il suffit de mettre en regard, dans le Tableau suivant, les données de son calcul et celles dont la Science dispose aujourd'hui.

Données de Laplace.			*Données des calculs actuels.*		
Dates.	Arcs mesurés.	Amplitude.	Dates.	Arcs mesurés.	Amplitude.
1736	Pérou	3°,5	1791-1862	Anglo-français	23°,2
1751	Cap	1,4	1816-1856	Suédo-russe	25,3
1764	Pensylvanie	1,6	1860	Cap	4,5
1751	Italie	2,4	1823-1873	Indes	21,5
1792	France	10,7	1823-1873	Parallèle des Indes.	6,0
1762	Autriche	3,3	1736	Pérou	3,1
1736	Laponie	1,0	1838	Prusse	1,5
			1838	Hanovre	2,0
			1838	Danemark	1,4

» Les immenses travaux de ce siècle, à quelque époque de leur développement que vous les preniez, ont toujours abouti aux mêmes conclusions. Airy en 1838, Bessel en 1840, Clarke en 1880 ont tous trouvé, non le sphéroïde de Laplace, mais un ellipsoïde de révolution bien caractérisé.

Et si l'on peut objecter que les mesures géodésiques sont uniquement relatives aux continents et qu'elles portent en grande majorité sur l'hémisphère boréal, on répondra que les mesures contemporaines du pendule donnent sensiblement la même chose; or ces mesures ont été exécutées sur les deux hémisphères, aussi bien sur les mers que sur les continents.

» *Notions géodésiques sur l'écorce terrestre.* — Dès la première période de la Géodésie, on savait parfaitement tenir compte des irrégularités visibles de la croûte terrestre. C'est ainsi que les géodésiens de cette époque calculaient les effets de l'attraction des montagnes sur le fil à plomb et s'étonnaient de trouver qu'elle ne répondait pas à la quantité de matière qu'elles représentaient en saillie sur la surface générale du globe. Il devait donc exister, disaient-ils, à l'intérieur ou au-dessous du Pichincha en Amérique, à l'intérieur ou au-dessous des Alpes, des Pyrénées ou des Apennins en Europe, de vastes cavernes pour compenser cet excédent. Ces cavernes hypothétiques ne devaient guère obtenir l'assentiment des géologues; mais ce premier aperçu, tout faux qu'il fût, laissait entrevoir une notion importante, celle des compensations qui devaient exister, dans le sens vertical, entre les densités des couches successives de l'écorce terrestre. Cette notion a pris corps à notre époque; elle a été nettement formulée par M. Pratt, lorsque ce savant calculateur des grandes opérations anglaises aux Indes eut montré que l'énorme plateau central, sur lequel s'élèvent les cimes himalayennes, n'exerce aucune action appréciable sur le fil à plomb à moins qu'on n'en vienne à la proximité immédiate de ces cimes elles-mêmes.

» Chose bien frappante alors, ce fut de voir que les observations du pendule dans les mêmes régions accusaient la même absence d'action, non plus sur la direction, mais sur l'intensité de la pesanteur. C'est ce que M. Pratt résuma en disant qu'en dépit de notre ignorance sur la loi de la formation de l'écorce terrestre les grandes dénivellations de cette écorce devaient tenir à des inégalités de contraction que cette écorce aura subies en passant de l'état liquide à l'état solide, de telle sorte qu'il existerait pour les continents, et même en partie pour les montagnes, une diminution dans la quantité de matière, à peu près égale à l'excédent qui existe au-dessus de la surface des mers. De même, au-dessous des mers il se serait produit un excès de densité égal au défaut de densité de l'eau qui en remplit les bassins. De la sorte les déformations de la surface générale de niveau pourraient être très faibles, puisque les transpositions de matière se seraient effectuées dans le sens des rayons du globe.

» J'ai retrouvé moi-même des effets analogues en Europe, au Pérou, au milieu des grands Océans ([1]). Enfin M. Helmert, directeur de l'Institut géodésique de Berlin, vient d'en signaler des traces dans les Alpes du Tyrol et dans les massifs montagneux du Caucase.

» Ainsi cette mystérieuse compensation n'est pas un fait isolé : c'est une loi générale que les irrégularités visibles se trouvent compensées par d'autres que nous ne voyons pas, de manière à conserver au globe terrestre la figure d'un ellipsoïde de révolution. Les écarts qui subsistent entre le calcul et les mesures géodésiques tiennent à d'inévitables défauts dans cette compensation; ils ne paraissent suivre aucune loi; on est donc en droit de les considérer comme des écarts accidentels. Il s'agit maintenant de faire voir que cette compensation résulte d'une loi de la nature qui s'applique particulièrement à la Terre.

» *Formation de la croûte terrestre.* — La croûte superficielle des astres se forme par leur refroidissement progressif. Si l'on considère ce phénomène dans toute sa simplicité, il n'y a pas de raison pour que la surface mathématique subisse de vastes déformations par suite des accidents locaux d'origine physique ou chimique. Par son poids, cette croûte reste constamment appliquée sur le noyau fluide, au moyen de la contraction infinitésimale de chacun de ses éléments. L'astre reste donc sphérique. Telle est la Lune, dont la surface parfaitement ronde, sauf un allongement imperceptible du rayon dirigé vers nous, ne présente que de petits accidents cratériformes bien différents de nos continents et de nos longues chaînes de montagnes. Telle serait la Terre s'il n'y avait eu, dès l'origine, autre chose qu'un refroidissement uniforme. Pour sentir la force de cet argument, il faudrait avoir sous les yeux, en même temps, une Carte de la pleine Lune et une mappemonde terrestre.

» Je m'occupais de ces comparaisons il y a plus de vingt ans, lorsque je tombai sur les sondages profonds de la frégate *la Vénus*, qui avaient mis en

---

([1]) On a observé qu'au milieu des mers le pendule donne une pesanteur un peu trop forte. Les partisans du sphéroïde qui tiennent encore à cette hypothèse, malgré les immenses mesures de ce siècle qui en démontrent la fausseté, en ont déduit que le milieu des mers est profondément déprimé au-dessous de la surface normale. Mais cet excès de pesanteur tient seulement à ce qu'on a négligé une correction indispensable, celle du support, de l'îlot sur lequel l'observateur a dû opérer. Cet îlot a en effet un excès de densité sur l'eau ambiante. En en tenant compte autant que possible, on retrouve la pesanteur normale. Quant à l'Océan lui-même, son défaut de densité est compensé par l'excès de densité de la croûte terrestre située au-dessous.

évidence ce fait bien frappant : que la température décroît verticalement dans les Océans, tandis qu'elle croît rapidement sous les continents. Elle tombe même à — 1° ou — 2° dans les sondages récents, par 6000^{m} ou 7000^{m} de profondeur. J'en conclus la loi suivante : *À toutes les époques, le refroidissement du globe terrestre va plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents*, loi que plusieurs géologues ont bien voulu admettre en France et à l'étranger (¹). Dès lors, la différence d'aspect de la Lune et de la Terre est expliquée. Sur la Terre l'écorce sous-marine, en devenant plus épaisse, pèse davantage sur la masse interne en fusion : cet excès de pression sans cesse renouvelé se propage en tous sens, sous l'écorce continue du globe, par suite de la fluidité de la masse centrale, et tend à soulever les parties faibles de cette enveloppe solidifiée, c'est-à-dire la croûte continentale, et à pousser, le long d'anciennes lignes de fracture de l'écorce primitive, des masses intérieures sous forme de chaînes de montagnes, à mesure que les bassins des mers s'approfondissent de plus en plus. La Lune, au contraire, n'a pas de mers. Les eaux profondes, si elle en a jamais eu, n'y jouent depuis longtemps aucun rôle. Il n'est pas étonnant dès lors que sa surface, criblée de cratères petits ou grands, présente un tout autre aspect, et qu'elle n'ait ni chaînes de montagnes, ni grands continents, ni profondes dépressions. Elle n'offre même aucune trace d'érosions dues à l'action des eaux; ses plages obscures sont visiblement dues à l'épanchement de masses fondues venues de l'intérieur, plutôt qu'à l'accumulation de sédiments transportés de loin par voie horizontale.

» Plus tard, je m'aperçus que cette loi rendait parfaitement compte de

---

(¹) On a objecté que cet abaissement considérable de température observé à 6000^{m} ou 7000^{m} de profondeur, étant dû *aujourd'hui* à l'afflux des eaux polaires, le phénomène n'a pas dû exercer d'influence avant l'établissement des saisons sur le globe. Il y a là une méprise évidente. La loi susdite tient à cette propriété de l'eau chauffée en dessous de transmettre rapidement en haut, par convection, le moindre afflux de chaleur; elle a donc dû exister à toutes les époques géologiques. On a objecté encore que si l'on entretenait, à la surface de la croûte terrestre, une région limitée à la température de 200° au-dessus de la température du reste de la surface, cela n'aurait aucun effet bien sensible sur le refroidissement des couches profondes à cause du peu de conductibilité des roches. Là n'est pas la question. Il s'agirait, dans cette singulière supposition, de remplacer une couche d'eau épaisse d'une lieue et demie, qui conduit parfaitement tout afflux de chaleur venant du bas, par une couche de roches d'une lieue et demie d'épaisseur, dont la conductibilité en tout sens serait extrêmement faible.

la compensation plus ou moins complète dont je viens de parler. Elle a pour corollaire et pour complément le travail de la pesanteur, des eaux et des glaciers sur les parties émergées. Sur les flancs d'une vaste fracture, relevés à des hauteurs considérables, les sédiments anciens glissent parfois ou sont forcés de se replier; partout où l'écorce s'incline sur une surface de niveau, les eaux entraînent les détritus qui vont former au loin des sédiments nouveaux et modifient ainsi l'aspect du globe terrestre. Ce second travail ne saurait donner lieu à une compensation, parce qu'il opère dans un sens à peu près horizontal; mais il en est tout autrement des actions verticales primordiales qui résultent de la différence de refroidissement entre les parties immergées et les parties émergées. Lorsque la croûte sous-marine s'affaisse par son excès de densité, elle rapproche du centre des matériaux trop denses, et en même temps l'eau supérieure remplit la place qui lui est laissée libre au-dessus. Il y a donc compensation partielle ou totale. De même, lorsque la croûte continentale est peu à peu exhaussée par la poussée verticale de la masse interne qui résulte de l'affaissement susdit, elle est remplacée en dessous par une partie de la masse liquide non encore refroidie et cristallisée; là encore il y a compensation.

» Ce qui précède explique et complète la théorie des soulèvements en Géologie. Ce qui manquait à Léopold de Buch et à A. de Humboldt, c'était de pouvoir assigner la cause des puissantes impulsions qui, parties, suivant eux, de l'intérieur, allaient çà et là soulever et bosseler l'écorce terrestre. Notre théorie montre qu'elles sont dues à la réaction (sur des points faibles) d'une masse fluide enfermée dans une écorce dont une partie considérable se refroidit plus vite que l'autre et se rapproche davantage du centre par son excès de poids. En d'autres termes, il manquait à la théorie des soulèvements la loi précédente du refroidissement pour un globe recouvert en grande partie de mers profondes.

» J'ajouterai, pour tâcher de préciser quelque peu les idées, que la masse interne, maintenue depuis des millions d'années à l'état de mobilité ignée, n'exerce depuis longtemps aucun rôle géologique bien appréciable, car elle n'est atteinte par le refroidissement que par l'intermédiaire de ses couches en contact avec l'écorce solidifiée, où la marche de la chaleur est déjà si lente, et, dans cette masse énorme de liquide où des courants de toute sorte peuvent se produire, ces variations s'absorbent dans la masse entière, et ne sauraient affecter indéfiniment des parties isolées, comme cela arrive dans l'épaisseur de la croûte solide.

» Dans cette masse fluide, les couches se sont rangées de tout temps d'après l'ordre des densités des espèces chimiques, lesquelles présentent des lacunes fort disparates, mais ces couches doivent être restées homogènes. Près de la croûte, dont l'épaisseur varie d'une région à l'autre, et dans la croûte même, la succession des densités dans le sens vertical varie d'un rayon à l'autre. Il est difficile d'en apprécier l'effet sur les constantes mécaniques du globe. Toujours est-il que les mesures géodésiques, indépendantes de toute hypothèse sur ces variations, assignent à la Terre la figure d'une surface de révolution où se retrouve inaltéré l'effet de sa lente rotation, parce que cet effet intéresse l'énorme masse du globe, tandis que les dislocations superficielles n'intéressent que les minces couches superficielles. De même, les mesures des astronomes assignent à la Lune une figure analogue (sans aplatissement) dans laquelle subsiste le faible renflement double que Laplace a découvert par la théorie et que les révolutions sélénographiques n'ont pu altérer, parce que lui aussi intéresse la masse entière de notre satellite.

» En terminant, je suis heureux de dissiper les doutes que des critiques mal fondées ont fait planer longtemps, surtout à l'étranger, sur l'œuvre de la grande Commission du système métrique; on peut seulement lui reprocher, s'il est permis de s'exprimer ainsi, d'avoir adopté une vérité capitale sur de simples analogies, alors que la démonstration de cette vérité ne devait se compléter qu'au siècle suivant. »

MÉCANIQUE. — *Note sur les poulies-volants;* par M. **Léauté.**

« Le poids des volants des machines à vapeur, que l'on fixait anciennement par des règles purement empiriques, s'obtient aujourd'hui, grâce aux travaux de Coriolis et de Poncelet, par des formules algébriques ou par des méthodes graphiques bien connues des constructeurs. On sait calculer les dimensions d'un volant pour une machine destinée à effectuer un travail déterminé dans des conditions données de régularité.

» Il s'est trouvé cependant, et surtout dans ces dernières années, que pour certaines applications spéciales, comme, par exemple, pour l'éclairage électrique, la régularité fournie par les volants ordinaires était insuffisante et qu'il y avait lieu d'en augmenter l'énergie.

» Mais l'accroissement de la puissance d'un volant n'est pas sans présenter des inconvénients et plusieurs constructeurs, dans le but de les

éviter, ont eu l'idée d'utiliser les poulies de la transmission pour augmenter la régularité du mouvement.

» Cette disposition est d'autant plus efficace, dans les cas dont nous parlons, que, les poulies marchant à une grande vitesse, il suffit d'une faible augmentation du poids de la jante pour en faire des volants assez énergiques, et elle peut donner d'excellents résultats si elle est appliquée d'une manière judicieuse.

» Toutefois les constructeurs s'attachent généralement à conserver au volant de la machine sa puissance habituelle, et l'on ne possède pas encore de données pratiques bien précises sur la diminution de poids que l'on pourrait admettre pour cet organe si essentiel.

» A ce point de vue, une expérience, tentée récemment à la poudrerie de Saint-Médard-en-Jalles par MM. Lecouteux et Garnier, présente un intérêt tout particulier.

» Dans l'installation dont il s'agit, ces habiles constructeurs ont, en effet, adopté précisément la disposition inverse de celle dont il vient d'être question.

» Le volant de la machine n'a guère que le quart de la puissance qu'il devrait avoir, d'après les règles connues, pour fournir la régularité obtenue; ce sont les poulies de la transmission qui constituent, en réalité, pour la majeure partie, la masse régulatrice du mouvement du moteur.

» Quant à la liaison entre la machine et la transmission, elle est réalisée par un manchon à griffes, c'est-à-dire par un organe rigide et non par un lien élastique. Ces particularités ont pour effet d'exagérer les réactions des divers organes, de rendre plus sensibles les résultats pratiques de la disposition adoptée et de faire plus décisive cette intéressante expérience.

» Malheureusement une dénivellation survenue dans l'installation en question, dénivellation vraisemblablement due à l'insuffisance des fondations, a interrompu ces essais et il n'a pas été possible d'en tirer les enseignements qu'ils comportent.

» Mais, en attendant qu'ils puissent être repris, on peut aisément, malgré l'absence de données expérimentales, se rendre un compte assez exact des efforts qui se produisent dans l'ensemble de cette transmission.

» On reconnaît sans peine, en effet, que, au point de vue mécanique, la disposition adoptée revient à celle d'une machine à vapeur ordinaire dont le volant serait formé de deux parties : l'une calée sur l'arbre de couche, comme d'habitude, et l'autre simplement fixée sur cet arbre par

une clavette sur laquelle elle serait ajustée à frottement doux et qui porterait la courroie de commande.

» Dès lors les phénomènes à étudier rentrent dans ceux que j'ai analysés dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 février 1889, sur les trépidations qui peuvent se produire dans l'engrenage de commande d'une transmission actionnée par une machine à vapeur. Les procédés de calcul que j'ai indiqués feront connaître les conditions à remplir dans ces sortes d'installations pour éviter les contre-coups nuisibles au bon fonctionnement de l'ensemble. »

CHIMIE. — *Sur une réclamation de priorité en faveur de M. de Chancourtois, relativement aux relations numériques des poids atomiques.* Note de MM. **Lecoq de Boisbaudran** et **A. de Lapparent**.

« En 1884, M. John Newlands réunissait sous le titre suivant (¹) : *Sur la découverte de la loi de périodicité et sur les relations qui unissent les poids atomiques*, un certain nombre de Notes, antérieurement publiées par l'auteur dans les *Chemical News* durant les années 1864, 1865 et 1866.

» Le but de cette publication était de revendiquer, en faveur de M. Newlands, la priorité de l'énoncé de certaines relations numériques qui existent entre les poids atomiques et qui permettent de grouper les corps simples en familles naturelles. L'auteur avait soin d'établir que ses travaux avaient précédé ceux de Mendéléieff et il affirmait avoir été le premier à faire paraître (le 30 juillet 1864) une liste où tous les éléments connus se trouvaient rangés suivant l'ordre de leurs poids atomiques.

» Notre intention n'est pas de contester le mérite des travaux bien connus de M. Newlands. Nous nous proposons seulement d'établir que la priorité en cette matière ne saurait lui appartenir, attendu que plusieurs des idées qu'il croit avoir énoncées le premier, en 1864, avaient été, deux ans auparavant, formulées par un savant français devant l'Académie des Sciences.

» Le 7 avril 1862, M. Béguyer de Chancourtois, alors ingénieur en chef et professeur adjoint de Géologie à l'École des Mines, présentait à l'Acadé-

(¹) *On the discovery of the periodical law, and on relations among the atomic weights.* London, Spon, 1884.

mie un travail intitulé : *Sur un classement naturel des corps simples ou radicaux, appelé vis tellurique*. Dans deux Communications subséquentes (21 avril et 5 mai 1862), l'auteur donnait sur son œuvre des détails complémentaires. Le 13 octobre de la même année, il faisait hommage à l'Académie du tableau lithographié qui résumait toutes ses idées. Enfin, le 16 mars 1863, il terminait par quelques considérations générales sur le caractère numérique des corps simples, ainsi que sur les vérifications que pourrait fournir l'analyse spectrale. Dans cette Note se rencontrait l'affirmation très explicite que *les propriétés des corps sont les propriétés des nombres*.

» L'idée fondamentale de la *vis tellurique* consiste à porter les valeurs des poids atomiques le long de la génératrice d'un cylindre vertical, dont la base circulaire a été divisée en 16 parties égales, 16 étant le poids atomique de l'oxygène. Si maintenant on trace sur le cylindre une hélice inclinée à 45° sur l'axe, chaque point de cette hélice peut être considéré comme le *point caractéristique* d'un corps simple, dont le poids atomique, proportionnel à la longueur correspondante de la spire, se lira sur la génératrice qui passe par ce point. A chaque tour de spire, l'hélice revient, sur une même verticale, à des distances du sommet du cylindre qui sont des multiples entiers de 16 et marquent les corps dont les poids atomiques satisfont à cette condition. De même, les divers points d'intersection de l'hélice avec une quelconque des seize génératrices principales correspondent à des éléments dont les poids atomiques diffèrent entre eux de 16 ou d'un multiple de 16. Enfin si, après avoir développé le cylindre sur un plan, ce qui transforme l'hélice en une série de tronçons droits parallèles, on joint par une ligne droite deux points quelconques pris sur deux tronçons, après l'enroulement cette droite engendrera une hélice secondaire et les intersections de cette dernière avec les diverses spires de l'hélice principale marqueront des corps pour lesquels les différences des poids atomiques seront des multiples d'une quantité constante. De cette manière, le développement de la *vis tellurique*, par un simple tracé de lignes droites, permet de mettre en évidence bien des relations numériques simples, qu'il eût été moins facile de deviner à la seule inspection des chiffres.

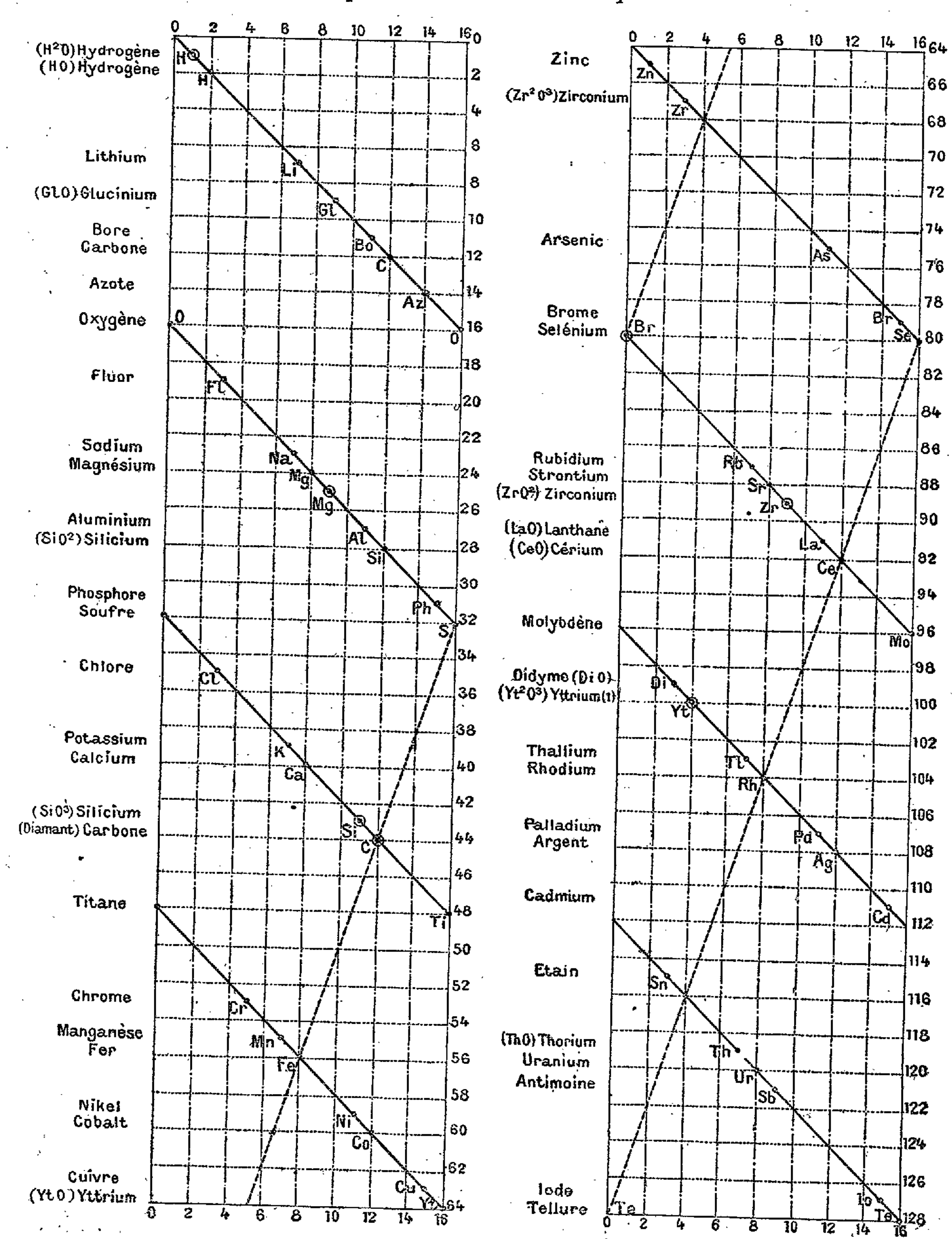
» Les relations ainsi établies entre les poids atomiques correspondent pour la plupart à de réelles analogies dans les propriétés des éléments correspondants. C'est ce que M. de Chancourtois affirmait, dès sa première Note, en disant, d'abord, que les « rapports des propriétés des corps

» sont manifestés par des rapports simples de position de leurs points
» caractéristiques » ; ensuite que « chacune des hélices menées par deux
» points caractéristiques et passant par plusieurs autres points, ou seule-
» ment à proximité de ces derniers, met en évidence des rapports de pro-
» priétés d'un certain genre, les analogies ou les oppositions se manifes-
» tent par certains ordres numériques de succession, comme la séquence
» immédiate ou les alternances *à diverses périodes* ».

» La *vis tellurique* offre donc à la fois : classement des corps simples suivant l'ordre de leurs poids atomiques et mise en évidence d'une *périodicité* véritable. C'est justement ce que M. Newlands a réclamé comme lui appartenant en propre. Il n'est pas jusqu'à la comparaison de la périodicité atomique avec celle de la gamme musicale, dont on ne puisse dire qu'elle a été, sinon proclamée, du moins entrevue par M. de Chancourtois; car, dans sa Note du 5 mai 1862, il dit expressément : « On ne peut
» s'empêcher de remarquer la prédominance du nombre 7 dans les groupes
» de types occupant les spires les mieux garnies.... On arrive facilement à
» l'idée de transformer le cylindre, sur lequel est réalisée la vis, en un tube
» sonore percé aux points caractéristiques. » Mais surtout quand il publiait, en 1863, un Cahier contenant, avec ses Notes à l'Académie, quelques additions en petits caractères, que le cadre des *Comptes rendus* ne lui avait pas d'abord permis de donner *in extenso*, M. de Chancourtois parlait de :
« développements directs du système, qui font apercevoir en même temps
» des rapprochements de la série actuelle de caractéristiques numériques
» avec la série des sons musicaux et avec celle des bandes et raies du
» spectre ».

» Nous sommes loin de prétendre que la théorie de la vis fût exempte de défauts, ni que l'auteur n'ait pas greffé sur son œuvre bien des considérations qu'il eût mieux valu laisser dans l'ombre. Plusieurs rapprochements étaient inexacts, ou forcés, et quelques-uns témoignaient d'une part trop grande accordée à l'imagination. Trop confiant dans la vertu des nombres entiers (et même des nombres premiers), M. de Chancourtois partait de cette idée, que dans les séries naturelles les différences entre les poids atomiques doivent être constantes (erreur qu'on retrouve aussi, du reste, dans les premiers travaux de M. Newlands). S'il apercevait bien certaines lacunes dans la série des éléments, il essayait de les combler en imaginant de nouvelles variétés des corps simples connus (qu'il appelait *caractères secondaires*), ce qui souvent le conduisait à des groupements très peu conformes aux analogies naturelles.

Esquisse de la vis tellurique.



Nota. — On a entouré d'un cercle les points correspondant aux caractères numériques dits *secondaires.*

---

(1) Évidemment par erreur : 100 pour $96 = 64 + \frac{64}{2}$; nombre d'ailleurs encore trop élevé.

» Néanmoins, la *vis tellurique* était, pour l'époque, une conception originale et même féconde; car elle avait suffi pour faire deviner à l'auteur que la formule de la zircone devait probablement s'écrire ZrO^2, celle de la glucine GlO et celle de l'yttria Yt^2O^3. De plus, rien que la considération de son hélice eût suffi pour suggérer à M. de Chancourtois l'idée d'une légère correction qu'il convenait d'apporter au poids atomique du cadmium.

» Comment se fait-il donc que cette publication, insérée dans le Recueil le plus répandu qui soit au monde, celui des *Comptes rendus*, ait échappé à l'attention de M. Newlands, dont la bonne foi ne saurait être mise en doute? C'est, croyons-nous, parce que le texte de M. de Chancourtois, un peu obscur dans sa concision, n'était accompagné d'aucun dessin et que le Mémoire original, distribué par l'auteur, n'a eu qu'une diffusion insuffisante. Aussi pensons-nous bien faire de joindre à cette Note (en la disposant, pour plus de simplicité, sur deux colonnes parallèles qu'il conviendrait d'ajouter bout à bout) une réduction de la partie du Tableau graphique qui va de l'hydrogène au tellure. On y a fait figurer l'hélice secondaire qui passe par le soufre, le fer, le sélénium, le tellure et qui, prolongée, irait passer par l'or. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Chancel*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Haller	obtient.	43	suffrages.
M. Cazeneuve	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Haller**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Aignan** adresse un Mémoire intitulé : « Sur les prétendues combinaisons en proportions continuellement variables et la dissociation par dissolution ».

(Commissaires : MM. Cornu, Troost, Schützenberger.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome III des « Œuvres complètes de *Christiaan Huygens*, publiées par la Société hollandaise des Sciences (Correspondance, 1660-1661) ».

M. le **Président** présente à l'Académie le 4[e] Fascicule des *Illustrationes Floræ atlanticæ*, publiées par notre regretté Confrère M. *Cosson*.

M. **E.-A. Alix**, M. **E. Gley**, M. **Cl. Martin** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉCANIQUE. — *Sur les petites oscillations d'un système soumis à des forces perturbatrices périodiques*. Note de M. **E. Vicaire**, présentée par M. Darboux.

« Lorsqu'un système matériel est écarté très peu d'une position d'équilibre stable, si l'on en détermine à chaque instant la position à l'aide de n variables indépendantes $q_1, q_2, \ldots$, choisies de manière à s'annuler dans la position d'équilibre, on sait que la demi-force vive T et la fonction des forces U, réduites à leurs termes de moindre dimension, sont représentées par deux fonctions quadratiques homogènes

$$T = \Sigma a_{ij} q'_i q'_j, \qquad U = \Sigma b_{ij} q_i q_j.$$

» La formule de Lagrange appliquée à ces expressions donne un système d'équations différentielles du second ordre à coefficients constants qui ont pour intégrales

$$(1) \qquad q_i = \sum \lambda_{ik} A_k \cos(\mu_k t + \theta_k), \qquad k = 1, 2, \ldots, n.$$

A_k et θ_k sont des constantes arbitraires; les μ_k sont les racines de l'équa-

tion caractéristique

$$(\mu)\qquad \begin{vmatrix} a_{11}\mu^2+b_{11} & a_{12}\mu^2+b_{12} & \dots & a_{1n}\mu^2+b_{1n} \\ a_{21}\mu^2+b_{21} & \dots\dots\dots & \dots & \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots & \dots\dots\dots \\ a_{n1}\mu^2+b_{n1} & \dots\dots\dots & \dots & a_{nn}\mu^2+b_{nn} \end{vmatrix} = 0.$$

» Je suppose maintenant qu'aux forces constitutives du système viennent s'ajouter des forces perturbatrices très petites, fonctions du temps et généralement aussi des coordonnées ou même de leurs dérivées. Bien qu'elles ne donnent pas lieu à une fonction des forces, la formule de Lagrange ne cesse pas d'être applicable. Chaque point x, y, z, sollicité par une force dont les composantes sont X, Y, Z, donne en adjonction à $\frac{\partial U}{\partial q_i}$ le trinôme

$$X\frac{\partial x}{\partial q_i} + Y\frac{\partial y}{\partial q_i} + Z\frac{\partial z}{\partial q_i}.$$

» Ces forces perturbatrices étant indépendantes de celles qui déterminent l'équilibre, ne s'annuleront pas en général dans la position d'équilibre, et, par conséquent, la somme des trinômes ci-dessus, développée suivant les puissances de $q_1, q_2, \ldots, q'_1, q'_2, \ldots$, contiendra un terme indépendant de ces variables, par rapport auquel les termes suivants devront être considérés comme des infiniment petits négligeables.

» Je suppose enfin que les forces perturbatrices, qui ne figurent plus dans nos équations que comme des fonctions du temps, soient périodiques. Ces fonctions pourront se développer en séries trigonométriques. Par la propriété fondamentale des équations linéaires, la solution sera la somme de celles qu'on obtiendra en réduisant la série à l'un de ses termes. Je suis donc ramené à considérer le cas où toutes les forces perturbatrices, ayant même période et même phase, n'amèneraient dans chaque équation qu'une seule fonction circulaire ayant partout le même argument. C'est ce que j'appellerai *une force perturbatrice simple*.

» Au lieu des équations différentielles sans second membre de tout à l'heure, nous avons maintenant des équations du type suivant

$$a_{i1}q''_1 + a_{i2}q''_2 + \ldots + a_{in}q_n - b_{i1}q_1 - b_{i2}q_2 - \ldots - b_{in}q_n = F_i\cos(\omega t + \varphi).$$

» On obtient une solution particulière, en posant

$$(2)\qquad q_i = B_i\cos(\omega t + \varphi)$$

avec les équations de condition

$$B_1(a_{11}\omega^2 + b_{11}) + B_2(a_{12}\omega^2 + b_{12}) + \ldots + F_1 = 0,$$
$$B_1(a_{21}\omega^2 + b_{21}) + B_2(a_{22}\omega^2 + b_{22}) + \ldots + F_2 = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Ces n équations déterminent les n coefficients B et l'intégrale générale est la somme des expressions (1) et (2).

» Théorème. — *Chaque force perturbatrice simple introduit dans le système une oscillation simple dont la période est celle de la force et dont l'amplitude est déterminée pour chaque point, indépendamment des conditions initiales du mouvement.*

» Le dénominateur commun des coefficients B ne diffère du déterminant caractéristique (μ) que par la substitution de ω à μ. Ces coefficients deviennent tous infinis si ω est égal à l'une des racines de l'équation caractéristique. On reconnaît aisément qu'alors l'intégrale particulière change de forme et devient

(3) $$q_i = C_i t \sin(\mu t + \varphi).$$

» Théorème. — *Si la période de la force perturbatrice tend vers celle de l'une des oscillations simples propres au système, l'amplitude de la perturbation devient de plus en plus grande. A la limite, la perturbation se confond avec l'oscillation simple correspondante, dont l'amplitude augmente indéfiniment avec le temps.*

» Il faut entendre le mot indéfiniment en ce sens que l'amplitude sort des limites dans lesquelles les équations linéaires restent suffisamment approchées.

» Ce théorème donne l'explication d'un grand nombre de phénomènes, tels que la mise en vibration d'une corde sonore quand l'air ambiant vibre à l'unisson et non autrement, l'absorption élective des rayons de lumière et de chaleur par un milieu capable d'engendrer des rayons de même longueur d'onde, etc.

» Une application importante se rencontre dans les perturbations du mouvement des locomotives. La masse de la machine, portée par des ressorts, forme un système assujetti à des oscillations de durée déterminée. Les forces perturbatrices produites par l'inertie des pièces mobiles, pistons, bielles, manivelles, donnent des sommes de projections ou de moments qui ont pour période principale la durée d'un tour de roue. Les

perturbations correspondantes doivent donc passer par un maximum d'amplitude lorsque la vitesse est telle qu'il se fait un tour de roue pendant la durée d'une oscillation.

» Ainsi paraissent s'expliquer certaines observations récentes qui indiquent, contrairement à ce qu'on avait toujours admis, l'existence de ce maximum.

» J'espère pouvoir communiquer prochainement à l'Académie un travail spécial sur cette question. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur le théorème des états correspondants.* Note de M. E. **Mathias**, présentée par M. Sarrau.

« Cette Note a pour objet de vérifier par des résultats expérimentaux la loi théorique des *états correspondants* due à M. Van der Waals et suivant laquelle toute relation physique entre le volume v, la pression p et la température absolue T d'un fluide ne dépend que des rapports de ces variables aux valeurs π, φ, Θ qu'elles ont respectivement au point critique.

» Ainsi, par exemple, la relation entre la densité de la vapeur saturée δ et la température absolue T est de la forme

$$\frac{\delta}{\Delta} = f\left(\frac{T}{\Theta}\right),$$

la fonction f étant la même pour tous les corps, et Δ étant la densité critique. Il en serait de même pour la densité du liquide.

» Dans ce qui suit, je considérerai successivement la densité du liquide et la densité de la vapeur saturée.

» I. *Densité du liquide.* — Il existe très peu de données certaines sur la variation de cette quantité au voisinage de la température critique. En particulier, les expériences de MM. Cailletet et Mathias sur l'acide carbonique liquide entre — 34° et + 21° et celles de M. Ad. Blümcke sur le même corps entre 0° et + 30° sont très bien représentées par la formule

$$\delta' = 1{,}064\,(m - 0{,}569 + 1{,}655\sqrt{1-m}),$$

qui est la traduction, avec la notation des états correspondants (¹), de la

(¹) M. Van der Waals pose $p = \varepsilon\pi$, $v = n\varphi$, $T = m\Theta$; ε et m sont évidemment

formule empirique que M. Cailletet et moi avons donnée antérieurement.

» J'ai reconnu que l'on représente avec approximation généralement égale ou supérieure à $\frac{1}{300}$ la densité de l'acide sulfureux liquide entre $+90°$ et $+156°$ (température critique) par la formule

$$\delta' = 1,2312(m - 0,5697 + 1,665\sqrt{1-m}),$$

que l'on peut considérer comme identique à la première à un facteur constant près, ce qui justifie le théorème des états correspondants. Les coefficients 1,064 et 1,2312 de ces formules sont bien proportionnels aux densités critiques 0,45 et 0,520, car on a

$$\frac{1,064}{0,45} = 2,364, \qquad \frac{1,2312}{0,520} = 2,367.$$

» Si, au lieu de considérer les formules, on prend les nombres expérimentaux, on constate que l'écart entre la théorie et l'expérience suit une marche régulière et croît à mesure qu'on s'éloigne de la température critique. La comparaison des tensions de vapeur saturée de l'acide sulfureux et de l'éther, faite par M. Van der Waals, lui a fourni le même résultat (1).

» Pour les températures très éloignées de la température critique, le théorème n'est plus applicable, sans quoi tous les corps auraient, comme l'eau, un maximum de densité à l'état liquide.

» II. *Densité des vapeurs saturées.* — Les seules qui aient été étudiées expérimentalement au voisinage de la température critique sont celles de l'acide carbonique, du protoxyde d'azote, de l'éthylène et de l'acide sulfureux.

» Les formules empiriques que M. Cailletet et moi avons données pour représenter, dans un intervalle de 60° environ à partir du point critique, la densité des trois premiers corps s'écrivent, avec la notation de M. Van der Waals :

CO^2............	$\delta = 1,295\left(1 - m - 2.0,565\sqrt{1-m} + \overline{0,5994}^2\right)$
AzO............	$\delta = 1,169\left(1 - m - 2.0,562\sqrt{1-m} + \overline{0,580}^2\right)$
C^4H^4............	$\delta = 0,5305\left(1 - m - 2.0,548\sqrt{1-m} + \overline{0,579}^2\right)$

---

compris entre 0 et 1 ; quant à n, il varie entre $\frac{1}{3}$ et $+\infty$. Entre 1 et $+\infty$, n se rapporte à la vapeur saturée; entre $\frac{1}{3}$ et 1 il représente l'état liquide. On voit que la densité d'un corps à l'état liquide est toujours inférieure au triple de la densité critique. Cette conséquence est évidente quand on considère l'*isotherme réduite*.

(1) Van der Waals, *Continuität*, etc., trad. Roth, p. 131 ; 1881.

» Il est évident que les parenthèses sont des fonctions identiques de m; c'est l'expression même du théorème des états correspondants. On peut donc prévoir que la densité de vapeur saturée de l'acide sulfureux sera représentée par une équation de même forme. J'ai pu, en effet, la représenter très exactement entre $+75°$ et $+156°$ par la formule

$$SO^2 \ldots\ldots\ldots \quad \delta = 1,4328\left(1 - m - 2.0,570\sqrt{1-m} + \overline{0,579}^2\right).$$

» Les coefficients 1,295, 1,169, 0,5305, 1,4328 sont bien proportionnels aux densités critiques, car on a

$$\frac{1,295}{0,45} = 2,87, \qquad \frac{1,169}{0,41} = 2,85, \qquad \frac{0,5305}{0,21} = 2,53, \qquad \frac{1,4328}{0,52} = 2,76.$$

» D'une manière générale, on voit que la densité de vapeur saturée est donnée, au voisinage de la température critique, par la formule empirique à *une* constante

$$\delta = A\left(1 - m - 2.0,565\sqrt{1-m} + \overline{0,579}^2\right),$$

abstraction faite de la très faible variation des constantes numériques. Pour déterminer A, il suffit de connaître la *densité critique* du corps considéré; mais, qnand on reprend la notation ordinaire des températures, il faut, en outre, connaître la température critique. »

THERMOMÉTRIE. — *Solution pratique du problème de la colonne émergente d'un thermomètre, par l'emploi d'une tige correctrice.* Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume**, présentée par M. Cornu.

« L'échelle fournie par un thermomètre à mercure est définie dans la supposition que l'instrument est exposé, au moins jusqu'à l'extrémité de la colonne, à la température que l'on veut mesurer; or il arrive fréquemment que le peu d'espace dont on dispose oblige à laisser émerger une partie de la colonne, qu'il faut ramener, par une correction, à la température de l'étuve ou du bain. Cette correction est loin d'être négligeable; en effet, pour des températures comprises entre 300° et 350°, telles que les chimistes en mesurent journellement, la correction peut fort bien atteindre 15 à 20 degrés, comme on le verra plus loin.

» Son expression générale est

(1) $$c = n\alpha(T - \tau),$$

n étant le nombre de degrés non soumis à la température du réservoir;
α le coefficient de la dilatation relative du mercure dans le verre;
T la température du bain ou de l'étuve;
τ la température moyenne de la colonne, c'est-à-dire la quantité $\frac{1}{n}\int_0^n t\,dx$, où $t = f(x)$ représente la température au point d'abscisse x.

» Les circonstances du phénomène sont trop variables pour qu'il soit possible de déterminer exactement, d'une manière générale, la fonction f; c'est pourquoi, jusqu'ici, on a cherché empiriquement la forme de la correction c pour certains cas déterminés.

» Regnault et plus tard Kopp substituaient à τ la valeur de la température ambiante; mais les recherches ultérieures de MM. Mousson, Wüllner, Holtzmann, Thorpe, Mills, Thiesen, ont montré que la correction ainsi calculée est trop forte, et l'on a remplacé successivement n, α, $T - \tau$ par des nombres plus petits.

» Au début de mes recherches sur cette question, j'ai déterminé de même une formule de correction pour les thermomètres dont nous nous servons au Bureau international des Poids et Mesures; la correction cherchée était suffisamment bien représentée par une fonction de la forme

$$c = (n - \varepsilon)(\alpha - \zeta)(T - \tau'), \tag{2}$$

ε, ζ étant de petites quantités, τ' la température ambiante; égalant les expressions (1) et (2), on peut en tirer la valeur de τ, c'est-à-dire de $\int_0^n f(x)dx$; en variant n, on peut retourner, pour chaque cas particulier, à la fonction f. J'ai cherché, en outre, à déterminer cette fonction par points. J'ai employé, dans ce but, un thermomètre muni d'une petite ampoule soufflée sur la tige; cette ampoule, véritable réservoir thermométrique, indique la température de la tige à l'endroit où elle se trouve, sans troubler sensiblement sa distribution. Le thermomètre étant placé dans un appareil à ébullition, horizontal ou vertical, fermé par un petit obturateur à lame de caoutchouc qui permettait de définir exactement la longueur émergente, on retirait l'instrument de quantités croissantes, et on faisait les observations à des distances de l'appareil échelonnées de 2^{mm} en 2^{mm}. Le résultat le plus saillant de cet ensemble d'expériences est que, dans la détermination du point 100 d'un thermomètre à tige (par opposition à un thermomètre à chemise ou de forme allemande), on ne commet

aucune erreur sensible en laissant émerger le thermomètre de la quantité strictement nécessaire à la lecture. Mais ces expériences, tout en fournissant des données utiles pour un cas particulier, ne conduisaient pas encore à une solution générale et pratique ; je suis cependant parvenu à une solution satisfaisante, en abandonnant la recherche de toute formule.

» *Solution pratique*. — Considérons une tige cylindrique contenant du mercure, autrement dit un thermomètre dont on aurait coupé le réservoir. Cette tige, plongeant dans un bain par sa partie inférieure, se trouvera identiquement dans les mêmes conditions que la tige d'un thermomètre émergeant de la même quantité ; si donc elle a été graduée d'avance dans la supposition qu'elle plonge en entier dans le bain, la différence entre la lecture actuelle et celle qui correspond à la température du bain donne directement la correction de la partie émergente ; je la nommerai *tige correctrice* (¹).

» Supposons donc un thermomètre et une tige correctrice plongeant côte à côte dans un bain et émergeant de la même quantité. Le thermomètre indiquera la température approximative du bain ; le déficit entre cette température reportée sur la tige correctrice et celle qui est indiquée sur cette dernière devra être ajouté, en longueur absolue, à la lecture du thermomètre; en d'autres termes, *la correction est donnée par la différence de lecture du thermomètre et de la tige, multipliée par le rapport de la longueur du degré sur la tige et le thermomètre ;* le calcul peut être fait en deux approximations.

» Il restait à montrer que cette solution est efficace; dans ce but, j'ai fait exécuter quelques tiges correctrices par M. Tonnelot, l'artiste bien connu, et j'ai entrepris deux séries d'expériences. Dans la première (mesures très précises avec une faible correction), je plaçais un thermomètre dans une auge horizontale remplie d'eau, tandis qu'un autre thermomètre, accompagné de sa tige correctrice, était suspendu de telle manière que son réservoir et quelques degrés seulement fussent plongés dans le liquide; j'ai fait ainsi, avec l'aide de M. L. Ozenne, quelques comparaisons entre ces deux instruments. Dans la seconde série d'expériences, exécutées dans le laboratoire de M. G. Vogt, à la Manufacture nationale de Sèvres (correction atteignant 14° avec une précision moindre), un thermomètre était fixé dans le col d'un ballon de verre, dans lequel on faisait distiller de la

(¹) Un artifice analogue a été employé par M. Crova dans son pyromètre.

méthyldiphénylamine brute; on a fait quatre expériences : 1° le thermomètre est entièrement contenu dans le col du ballon; 2° le thermomètre est engagé seulement par une tubulure latérale; 3° le thermomètre est replacé dans le col du ballon qui avait été coupé à mi-longueur; 4° répétition de la première expérience. Dans les expérienees 2 et 3, le thermomètre était accompagné de sa tige correctrice. Au cours de cette opération, la température du liquide s'est élevée peu à peu, et doit être interpolée entre les expériences 1 et 4. Toutes les lectures de cette série ont été contrôlées par M. Vogt.

Première série (comparaisons).

Thermomètre vertical.	Correction pour la colonne émergente.	Lecture corrigée.	Thermomètre horizontal.	Différence V—H.	Nombre de degrés émergents.	Température ambiante.
25°,663	+0°,070	25°,733	25°,741	—0°,008	26°,4	7°,8
37,587	0,181	37,768	37,762	+0,006	38,3	7,1
46,194	0,270	46,464	46,450	+0,014	45,7	8,1
47,208	0,272	47,480	47,478	+0,002	46,7	9,4

Deuxième série (distillation).

Thermomètre.	Correction pour la colonne émergente.	Lecture corrigée.	Nombre de degrés émergents.	Température ambiante.
302°,4	° »	302°,4	° »	° »
288,5	14,3	302,8	278	11,3
295,2	10,0	305,2	160	12,4
306,4	»	306,6	»	»

ÉLECTRICITÉ. — *Variations de conductibilité des substances isolantes.* Note de M. ÉDOUARD BRANLY.

« Dans une Communication précédente (*Comptes rendus* du 24 novembre 1890) j'ai fait connaître l'accroissement de conductibilité des métaux en poudre sous l'action de l'étincelle et des courants. Cet accroissement était comparable à celui que produit une forte compression.

» Les résultats sont analogues quand on substitue divers diélectriques à l'air interposé entre les particules de la poussière métallique.

» Plusieurs des substances employées ont une consistance pâteuse : tels sont des mélanges d'huile de colza et de limaille de fer ou d'antimoine, d'essence de térébenthine et de limaille de fer; d'autres sont solides.

» En composant une pâte de limaille métallique et de baume de Canada fluidifié au bain-marie et en versant cette pâte dans une petite auge d'ébonite entre deux tiges métalliques servant d'électrodes, on a un mélange qui durcit par le refroidissement. Dans cet état, comme à l'état fluide, la résistance peut s'abaisser de plusieurs millions d'ohms à quelques centaines d'ohms, et, comme dans le cas des poudres métalliques simples ou des poudres imbibées de liquides isolants, on revient à la résistance primitive en frappant sur la tablette qui supporte l'auge en ébonite.

» Cette diminution considérable de résistance est encore réalisée avec un crayon solide formé en mélangeant en proportions convenables de la fleur de soufre et de la limaille d'aluminium, que l'on chauffe dans un tube de verre entre deux tiges métalliques, à la température de fusion du soufre. Même résultat avec le ciment obtenu avec un mélange de résine et de limaille d'aluminium versé à chaud dans un tube de verre.

» L'accroissement de conductibilité des substances isolantes peut encore être mis en évidence sous d'autres formes.

» Deux tiges cylindriques de cuivre rouge sont oxydées dans la flamme d'un bec Bunsen, puis elles sont superposées en croix, chargées de poids pour éviter les variations par trépidations et reliées respectivement aux bornes d'une branche d'un pont de Wheatstone. La résistance principale de cette branche réside dans les deux couches d'oxydes en contact. Une mesure prise au hasard parmi un grand nombre accusait une résistance de 80000 ohms avant les étincelles d'une machine électrique indépendante; cette résistance passait à 7 ohms après les étincelles.

» Un effet analogue est obtenu en superposant deux tiges d'acier oxydées ou une tige d'acier et une tige de cuivre, toutes deux oxydées. On peut encore poser, sur un plan de cuivre oxydé, un cylindre de cuivre à tête hémisphérique également oxydé et appliqué par son poids. Au lieu d'oxyder les deux surfaces en contact, il revient au même de les recouvrir d'une très mince couche de résine. Les couches d'oxyde et de résine deviennent et restent conductrices.

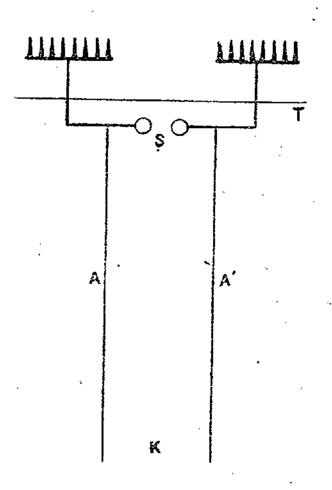
» Parmi les diverses dispositions expérimentales qui permettent de réaliser ces effets d'influence électrique, j'en décrirai une qui me paraît spécialement intéressante.

» La source électrique est une machine de Holtz à deux plateaux mobiles. Son axe est animé d'un mouvement de rotation variant de 100 à 400 tours par minute. La substance sensible est intercalée dans l'une des branches d'un pont de Wheatstone, à 10^m environ de la machine de

Holtz et de son excitateur. Entre l'excitateur et le pont de Wheatstone, reliés à l'excitateur, courent parallèlement deux tubes cylindriques de laiton A et A′, isolés, écartés l'un de l'autre de 40^{cm}. Les bouteilles de Leyde annexées ordinairement à la machine de Holtz ont été supprimées, mais la capacité des tubes de laiton joue le même rôle dans une certaine mesure. Les sphères de l'excitateur sont distantes de 1^{mm} ou $0^{mm},5$, ou même $\frac{1}{10}$ de millimètre. Pendant la rotation des plateaux, les étincelles se succèdent très rapidement. Ces étincelles, à la distance de 10^{m}, n'exerçaient pas d'effet direct; on s'en assurait dans un essai préliminaire, en écartant les tringles qui établissaient la communication des conducteurs de la machine avec les tubes de laiton parallèles, ou en éloignant de la substance sensible les dernières parties des tubes de laiton, tout en les maintenant reliées à l'excitateur, afin de ne pas modifier l'étincelle.

» Voici une façon fréquemment employée de conduire l'expérience.

» La substance étudiée est placée en K entre les deux tubes parallèles, ou en face de ces tubes, à une certaine distance des derniers tronçons qu'il a été commode de disposer verticalement. Pour pouvoir mesurer au pont de Wheatstone la résistance K sans avoir à se préoccuper de l'action électrique, et en maintenant la régularité du mouve-



ment de rotation de la machine de Holtz, afin de rendre les observations successives à peu près comparables, une règle métallique plate T est appliquée sur les conducteurs métalliques des peignes; cette règle ferme le circuit et suspend les étincelles en S entre les sphères de l'excitateur. L'équilibre une fois établi au galvanomètre du pont, on ouvre le circuit de la pile et l'on isole (¹) momentanément le conducteur K, en faisant

(¹) La diminution de résistance se produit évidemment avec beaucoup plus de faci-

sortir des godets de mercure auxquels ce conducteur aboutit les fils de communications avec le pont.

» Cela fait, la traverse T est soulevée et maintenue soulevée dix secondes environ. Pendant cet intervalle de dix secondes, des étincelles jaillissent en S entre les sphères de l'excitateur, et des courants de charge et de décharge successifs et très nombreux circulent dans chacun des tubes A et A'. C'est alors que la diminution de résistance du conducteur K a lieu. La traverse T est replacée, on rétablit la communication entre K et le pont, puis on ferme le circuit de la pile. L'équilibre est rompu au galvanomètre, on mesure la nouvelle résistance du conducteur K.

» Les deux tubes A et A' ne sont pas nécessaires, la diminution de résistance est très facilement produite quand on n'en fait agir qu'un seul; il résulte même de quelques expériences que l'emploi d'un seul conducteur est dans certains cas plus efficace.

» Dans plusieurs essais les tubes A et A' ont été terminés par deux plateaux métalliques parallèles figurant un condensateur à très large intervalle d'air, dans lequel était compris le conducteur K.

» Avec la disposition expérimentale que je viens de décrire (machine de Holtz, excitateur et tubes A, A') et en ne produisant en S que de très courtes étincelles, le phénomène paraît montrer beaucoup de fixité; il y a constamment diminution de résistance, non seulement avec les plaques isolantes métallisées, plombaginées, avec les tubes à limailles, avec les crayons solides à ciment isolant, mais aussi avec les verres platinés, argentés et avec des lames de verre recouvertes de feuilles métalliques très minces, or, aluminium, argent.

» Les expériences se font de la même façon avec les tubes A et A' en remplaçant la machine de Holtz par une petite bobine de Ruhmkorff ou un appareil à chariot dont les étincelles induites, extrêmement courtes, jaillissent en S, entre les deux tiges de l'excitateur, lorsque la traverse T est soulevée. Avec une bobine, l'effet peut aussi être produit sans étincelles en S, mais dans des conditions moins simples. »

PHYSIQUE. — *Propriétés physiques et constitution moléculaire des corps simples métalliques*. Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Pour les corps qui suivent la loi de Dulong et Petit, on peut considérer le nombre n^3 de molécules par unité de volume comme proportionnel au produit de la chaleur spécifique par la densité.

---

lité en n'isolant pas le conducteur K; mais cet isolement est favorable à l'analyse des conditions du phénomène.

» I. Si l'on prend comme abscisse la distance moyenne $\frac{1}{n}$ des molécules d'un métal et comme ordonnée la résistance spécifique ρ correspondante, on constate : 1° qu'il est impossible de faire passer par tous les points ainsi déterminés une courbe continue; 2° que deux courbes simples satisfont séparément au problème pour deux classes de métaux :

Premier groupe.				Second groupe.			
	$\frac{1}{n}$	ρ.	ε.		$\frac{1}{n}$	ρ.	ε.
Bi.......	5,193	130,1	— 64	Co.......	3,503	»	— 22
Te.......	5,17	»	+500	Ni.......	3,553	12,3	— 17
Se.......	5,1	»	800	Fe.......	3,610	9,6	+ 12
Ph.......	4,95	»	30	Pt.......	3,75	8,9	2
Sb.......	4,90	35,2	25	Al.......	4,081	2,9	»
Pb.......	4,78	19,5	0	Ag.......	5,2	1,5	1
As.......	4,70	»	13	Na.......	6,54	»	»
Sn.......	4,607	13,0	1	K.......	8,24	»	»
Cd.......	4,344	5,7	»				
Zn.......	3,958	5,6	»				
Au.......	4,0	2	»				
Cu.......	3,609	1,6	»				

» Ces Tableaux conduisent à des conclusions imprévues :

» 1° Le premier groupe contient tous les métaux diamagnétiques et le second tous les métaux magnétiques, à part l'argent. Toutefois, si l'on tient compte des analogies de l'argent avec les métaux alcalins, magnétiques d'après Lamy, de la faiblesse de son coefficient d'aimantation, on pourrait penser qu'il y a erreur sur sa polarité. J'ai soumis le fait à l'expérience, en comparant des échantillons d'argent pur de mon laboratoire avec des échantillons de platine et d'aluminium; tous les trois sont attirables à l'électro-aimant, le platine plus que l'aluminium et celui-ci plus que l'argent. *Ce dernier devrait donc être regardé comme magnétique.* Remarquons que, pour obtenir les distances moléculaires relatives aux métaux alcalins et à l'argent, on n'a pris que la moitié de leurs équivalents, afin de satisfaire à la loi de Dulong et Petit.

» 2° Les métaux du premier groupe sont rangés de telle sorte que la distance moléculaire *diminue* en même temps que la résistance, le zinc excepté; pour ceux du second, la distance moléculaire *augmente* quand la résistance *diminue*.

» Tout semble donc se passer comme si les corps *diamagnétiques* étaient composés de particules *plus* conductrices que le milieu qui les entoure,

de telle sorte que plus elles seraient rapprochées, plus la conductibilité augmenterait. Ils auraient une constitution analogue aux *diélectriques* de Poisson. Au contraire, les métaux *magnétiques* paraissent formés de particules *moins* conductrices que le milieu extérieur; on pourrait peut-être ramener cette constitution à celle qu'Ampère supposait aux *aimants*.

» 3° On peut facilement trouver la relation qui lie la conductibilité γ, ou l'inverse de la résistance spécifique ρ, à la distance moléculaire. En posant $N = n^3$, les courbes sont bien représentées (le zinc excepté) par les équations suivantes :

Premier groupe.

$$N^6 = k\gamma^{\frac{1}{a\gamma^2 - b\gamma + c}},$$

$$\text{avec} \begin{cases} a = 1,5, \\ b = 0,87, \\ c = 1,04; \end{cases}$$

Deuxième groupe.

$$N^6 = k'\left(\frac{1}{\gamma}\right)^{\frac{1}{a'\gamma^2 - b'\gamma + c'}},$$

$$\text{avec} \begin{cases} a' = 0,626, \\ b' = 0,477, \\ c' = 1,03. \end{cases}$$

» D'ailleurs, pour tous les métaux cités, l'exposant dans les deux formules diffère *extrêmement peu* de l'unité. De sorte que l'on peut dire :

» *Pour les métaux diamagnétiques la conductibilité est sensiblement proportionnelle à la sixième puissance du nombre de molécules ;*

» *Pour les métaux magnétiques la conductibilité est sensiblement en raison inverse de la même puissance de cette distance.*

» Le zinc seul a une conductibilité qui devrait lui donner une distance moléculaire égale à celle du cadmium dont il est si voisin.

» 4° Si l'on admet la proportionnalité entre les conductibilités *calorifique* et *électrique*, on arrivera pour celle-là aux mêmes conclusions.

» II. La comparaison des pouvoirs thermo-électriques ε conduit aux mêmes résultats. Les différents points obtenus se trouvent encore sur deux courbes distinctes, chacune d'elles comprenant exactement les mêmes métaux que précédemment.

» Pour les métaux *diamagnétiques* on observe un maximum considérable dans la région des grandes distances moléculaires ; pour les métaux *magnétiques* un maximum bien plus faible se trouve dans la région des petites distances. Les courbes descendent d'ailleurs presque verticalement de chaque côté du maximum; elles restent ensuite parallèles à l'axe des abscisses, et très voisines de cet axe.

» Les équations suivantes représentent bien chacun des Tableaux :

Premier groupe. Deuxième groupe.

$$\varepsilon = k \frac{\mathrm{L}\left(6{,}18 - \frac{1}{n}\right)}{\left(6{,}18 - \frac{1}{n}\right)^{18}}, \qquad \varepsilon' = k' \frac{\mathrm{L}\left(\frac{1}{n} - 2{,}54\right)}{\left(\frac{1}{n} - 2{,}54\right)^{18}},$$

ou, en posant $6{,}18 - \frac{1}{n} = \left(\frac{1}{\mathrm{N}'}\right)^{\frac{1}{3}}$ et $\frac{1}{n} - 2{,}54 = \left(\frac{1}{\mathrm{N}''}\right)^{\frac{1}{3}}$,

$$\varepsilon = -\frac{k}{3}\mathrm{N}'^{6}\mathrm{L}.\mathrm{N}' \qquad \text{et} \qquad \varepsilon' = -\frac{k'}{3}\mathrm{N}''^{6}\mathrm{L}.\mathrm{N}''.$$

» III. Restent enfin les coefficients d'aimantation. Ici encore on obtient deux courbes; l'aimantation positive ou négative n'est sensible que pour les très petites ou les très grandes distances moléculaires. Ces deux courbes présentent la même disposition que celles de la thermo-électricité, mais pour ainsi dire inverse : aux grands pouvoirs thermo-électriques (Bi, Se, ...) correspondent de faibles aimantations négatives; aux faibles pouvoirs thermo-électriques (Ni, Fe, ...), les grandes aimantations positives. L'équation de ces courbes doit être de la même forme que les précédentes, mais les coefficients sont trop peu connus pour que j'aie tenté de les calculer.

» Quelques-uns de ces résultats (pour l'aimantation) avaient été énoncés sous forme d'hypothèse par Matteucci et de la Rive; mais n'ayant pas aperçu la distinction absolument nécessaire entre les propriétés des deux classes de métaux, ils avaient trouvé autant d'exceptions que de confirmations à leurs idées, notamment pour les métaux alcalins qui auraient dû avoir un magnétisme négatif, et le cuivre un magnétisme positif.

» En résumé, toutes les propriétés physiques des métaux d'un même groupe dépendraient *exclusivement* de la distance de leurs molécules, les deux groupes se distinguant par la *conductibilité relative* de ces molécules. »

TÉLÉPHONIE. — *Sur l'intensité des effets téléphoniques.* Note de M. E. MERCADIER.

« L'intensité des effets d'un téléphone dépend principalement : de l'épaisseur du diaphragme, de son diamètre, de l'intensité de son champ magnétique, de la forme de ce champ et des bobines induites.

» I. J'ai déjà étudié l'influence de l'épaisseur du diaphragme (*Comptes rendus*, 8 et 15 avril 1889) et montré que, pour tout téléphone de champ magnétique donné, il y a une épaisseur du diaphragme qui donne un maximum d'intensité.

» II. *Influence du diamètre du diaphragme.* — On peut, étant connue l'épaisseur du diaphragme qui correspond au maximum d'effet, faire varier le *diamètre*.

» On constate alors l'existence d'un diamètre qui donne aussi la meilleure intensité. Ce résultat tient à deux causes : 1° le champ magnétique du noyau ne produit un effet sensible que dans une région limitée du diaphragme; dès lors, en augmentant le diamètre, on augmente la partie inerte au point de vue de l'induction et non la partie induite; 2° en augmentant le diamètre progressivement, on augmente sans doute sa flexibilité et l'on favorise la production de ses mouvements; mais, d'autre part, on augmente aussi la masse, et, par suite, la difficulté de produire ces mouvements pour des variations nécessairement limitées du champ magnétique.

» Il en résulte d'ailleurs, et l'expérience le confirme, que le diamètre qui produit le meilleur effet doit être d'autant plus grand que le champ est plus intense. On explique ainsi comment des téléphones à grands diamètres et à champs magnétiques relativement intenses, comme les téléphones Gower, Pollard, etc., ne produisent pas d'effets plus grands que des instruments à champs plus faibles, mais de diamètres réduits, comme les téléphones d'Arsonval, Ader, Aubry, etc.

» Il y a donc lieu, si l'on veut obtenir avec un téléphone le maximum d'effet, de combiner convenablement l'épaisseur et le diamètre du diaphragme suivant l'intensité du champ magnétique dont on dispose.

» III. *Influence de l'intensité du champ.* — Cette influence est loin d'être aussi grande qu'on pourrait le croire au premier abord.

» J'ai fait à ce sujet des expériences très variées, en aimantant les noyaux en fer doux des bobines induites à l'aide d'un électro-aimant, au lieu de les fixer, comme on le fait d'habitude, sur les pôles d'un aimant. Il est facile ainsi, en faisant varier l'intensité du courant qui anime l'électro-aimant, de produire des champs magnétiques de grandeurs très différentes.

» Or, en opérant ainsi graduellement, on arrive rapidement à une limite à partir de laquelle l'effet du téléphone ne varie plus sensiblement.

» Cela tient : d'abord à ce que la masse de fer du diaphragme devient

rapidement incapable d'absorber dans son intérieur toutes les lignes de force du champ, et une partie de plus en plus grande de celles-ci traverse le diaphragme, ainsi qu'on s'en aperçoit en y jetant de la limaille de fer : dès lors une portion de plus en plus grande du champ reste sans utilité pour la production des effets téléphoniques. En second lieu, il faut remarquer que ces effets sont dus, en définitive, à des déformations des lignes de force du champ; que celles-ci résistent d'autant plus à la déformation due à l'énergie des ondes provenant de la voix que le champ magnétique est plus intense, et que cette énergie est nécessairement limitée. Ceci s'applique également bien au téléphone-récepteur où l'énergie de la voix est remplacée par celle des ondes électriques que le transmetteur a produites.

» On s'explique ainsi l'insuccès de beaucoup de tentatives faites pour augmenter l'intensité des effets d'un téléphone en augmentant l'énergie de son champ magnétique, et comment, en définitive, on s'est décidé, dans la pratique, à ne se servir que d'appareils de petites dimensions dont les aimants sont relativement faibles, et qui sont d'ailleurs plus maniables.

» IV. *Influence de la forme du champ et des bobines induites.* — On peut dire qu'à ce sujet toutes les formes possibles ont été essayées. Mais il est évident que, théoriquement, la forme dans laquelle les lignes de force sont perpendiculaires à la direction du fil des bobines est la meilleure, toutes choses égales d'ailleurs. C'est ce que M. d'Arsonval a montré en le réalisant dans son téléphone, et mes propres expériences à ce sujet sont conformes à ses conclusions.

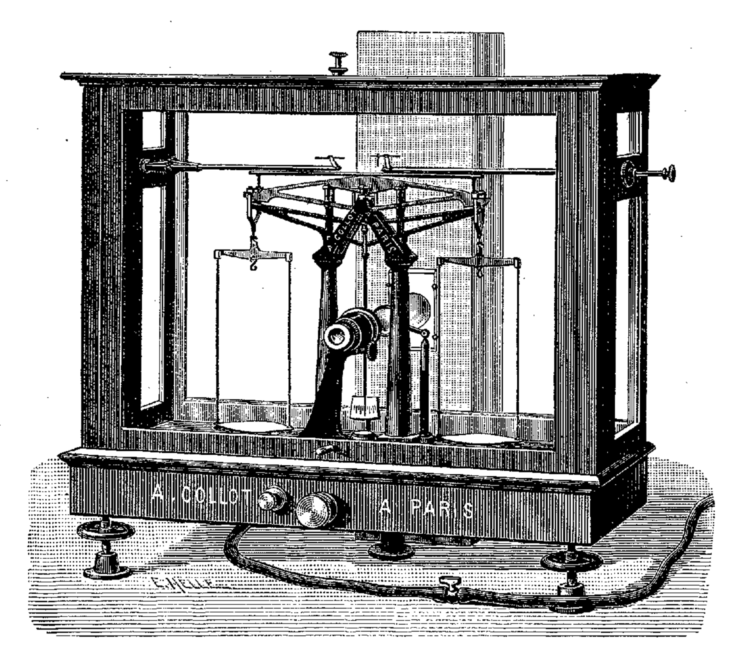
» De plus, les variations de la forme du champ, source des effets téléphoniques, peuvent être facilitées par la plus ou moins grande mobilité du champ, et celle-ci peut être augmentée jusqu'à un certain point par la mobilité de l'aimant et des noyaux des bobines : c'est le résultat obtenu récemment par M. Aubry, en fixant l'aimant à une plaque vibrante; mais il y a là aussi une limite qu'il ne faut pas dépasser et que l'expérience détermine.

» *En résumé*, il résulte de ces derniers faits connus que je viens d'indiquer et de mes propres recherches que, pour obtenir d'un téléphone le maximum de rendement, il faut réaliser principalement les quatre conditions suivantes : 1° favoriser la mobilité des lignes de force du champ; 2° faire traverser les lignes de force par le plus grand nombre possible des fils des bobines et perpendiculairement à leur direction ; 3° diminuer l'épaisseur du diaphragme jusqu'à celle qui est juste suffisante pour absorber le

plus grand nombre des lignes de force existant dans son voisinage ; 4° augmenter le rapport du volume induit du diaphragme au volume total, ce qui conduit à diminuer le diamètre jusqu'à une certaine limite. »

PHYSIQUE. — *Appareil de projection lumineuse, applicable aux balances de précision, à l'effet d'obtenir des pesées rapides.* Note de M. **A. Collot** fils, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« Cet appareil de *projection lumineuse*, adapté à une balance de précision, permet d'obtenir des pesées très rapides : pour une même approximation, la vitesse d'oscillation devient cinq ou six fois plus grande, et, par la méthode employée, les derniers centigrammes, les milligrammes



et leurs fractions s'apprécient directement, avec contrôle immédiat. Comme l'appareil est indépendant des organes de la balance, il peut se placer sur toutes les balances de précision existant déjà dans les laboratoires.

» La modification apportée à la balance consiste à déplacer le centre de gravité du fléau de façon à diminuer la sensibilité et, par suite, à obtenir une vitesse beaucoup plus grande ; puis, par des moyens optiques, augmenter considérablement l'amplitude des oscillations. Au lieu d'observer

les oscillations au microscope, on les projette sur un écran divisé, formant cadran, dont la division est vue par transparence.

» L'appareil est formé par un petit objectif achromatique, qui termine le corps d'un microscope dans lequel se trouve l'écran divisé qui reçoit l'image amplifiée du réticule fixé sur l'aiguille, réticule sur lequel se trouvent projetés les rayons, condensés au moyen d'une forte loupe, qui proviennent d'une source lumineuse placée derrière la balance. La mise au point se fait au moyen d'un pignon et d'une crémaillère.

» La source lumineuse actuellement employée est un bec de gaz avec réflecteur [1]; il est placé dans une boîte en noyer, pour éviter toute projection de chaleur sur la balance : ce bec, ainsi isolé, n'est allumé que pendant une ou deux minutes au maximum, à la fin de chaque pesée; aussi, en fixant un thermomètre dans la cage, on constate qu'il ne se produit aucune variation, même très faible, de température.

» Pour exécuter une pesée, le gaz étant établi en veilleuse, on procède comme pour une balance ordinaire, jusqu'à ce que l'extrémité de l'aiguille ne sorte plus du cadran inférieur : on compte alors la différence des nombres des divisions faites par l'aiguille à droite et à gauche du zéro. Cette différence, multipliée par la valeur approchée, en milligrammes, de chaque division de ce cadran (valeur donnée avec l'instrument), donne immédiatement le nombre de centigrammes et de milligrammes qu'il faut ajouter aux poids déjà placés sur le plateau de la balance pour avoir l'équilibre, à une demi-division près du cadran inférieur. La valeur de chaque division de ce cadran varie de 3^{mgr} à 10^{mgr}, suivant que la balance accuse $0^{mgr},10$ ou $0^{mgr},5$. Comme le cadran comprend 10 divisions de chaque côté du trait-milieu, on apprécie ainsi sans tâtonnements les trois derniers centigrammes ou le dernier décigramme, suivant la sensibilité.

» A ce moment, on ferme les portes de la cage, pour éviter tout courant d'air, on ouvre le gaz au moyen d'un robinet régleur et l'on met la balance en marche en abaissant d'abord le bras, puis l'arrêt des plateaux; on lit alors la différence des divisions parcourues à gauche et à droite, sur le cadran lumineux, par l'image du réticule. Sur ce cadran, les images sont renversées, mais la pratique fait rapidement disparaître cette petite difficulté. Ce nombre de divisions indique le nombre de milligrammes et de fractions de milligramme dont il faut déplacer le cavalier sur sa règle, pour obtenir l'équilibre parfait, équilibre que l'on vérifie par une simple

---

[1] Le bec de gaz peut être remplacé par une petite lampe électrique.

lecture. Chaque demi-division du cadran correspond, comme poids, à la sensibilité indiquée pour l'instrument.

» Avec un peu d'habitude, une pesée exécutée suivant les indications précédentes s'effectue en un temps égal au $\frac{1}{4}$ ou au $\frac{1}{5}$ du temps moyen nécessaire avec une balance ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du phénol sodé et du naphtol sodé sur le camphre cyané.* Note de M. J. **Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note publiée récemment aux *Comptes rendus*, j'ai montré que le benzylate de soude, réagissant sur le camphre cyané, donne naissance au composé $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2CAz \\ CO^2C^7H^7 \end{cases}$ et que, dans les eaux de lavage provenant de la préparation de ce corps, on trouve l'acide $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2CAz \\ COOH \end{cases}$.

» Le phénol et le naphtol se comportent d'une façon absolument identique.

» 1° *Action du phénol sodé.* — J'ai chauffé en tubes scellés à 200°-220° pendant vingt-quatre heures 10^{gr} de camphre cyané, 15^{gr} d'acide phénique, tenant en dissolution $0^{gr},5$ de sodium. Le phénate de soude a été préparé dans le tube lui-même. On a eu soin de rendre la masse bien homogène et l'on a introduit le camphre cyané. Les tubes, en sortant du bain d'huile, contiennent une masse excessivement visqueuse qu'on traite par l'eau chaude. On reprend par l'éther; la solution éthérée est lavée plusieurs fois avec de la potasse. On chasse l'éther, on distille. On obtient ainsi une huile très visqueuse, colorée en brun, passant à la distillation entre 265°-270° sous une pression de 4^{cm} de mercure en se décomposant partiellement. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool est $\alpha_D = +26°,66$. Saponifié par la potasse aqueuse, ce corps donne de l'acide hydroxycamphocarbonique et de l'acide phénique avec dégagement d'ammoniaque.

» Par analogie, on peut lui attribuer la formule de constitution $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2CAz \\ CO^2C^6H^5 \end{cases}$, ce qui en fait un éther phénylique de l'acide $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2CAz \\ COOH \end{cases}$. Cet acide, d'ailleurs, existe dans les eaux de lavage à l'état de sel de soude.

» 2° *Action du naphtol sodé* β. — On a chauffé en tubes scellés à 200°-220° pendant vingt-quatre heures 10^{gr} de camphre cyané, 15^{gr} de naphtol ayant dissous $0^{gr},5$ de sodium.

» On a fait réagir le sodium sur le naphtol fondu dans le tube lui-même. On a introduit le camphre cyané et l'on a eu soin de bien mélanger toute la masse. En ouvrant les tubes, on ne constate pas de pression.

» On remarque une masse vitreuse qu'on traite par une solution tiède de potasse. La masse change d'aspect, et l'on obtient un corps solide qu'on reprend par l'éther. Cet éther, lavé plusieurs fois avec de la potasse, abandonne par évaporation des cristaux qui ne deviennent blancs qu'après un certain nombre de cristallisations. Ce corps fond à 117°; l'éther, l'alcool le dissolvent assez difficilement. Il est plus soluble dans la benzine et le toluène. Le rendement est faible; j'ai obtenu 10gr de ce corps pour 40gr de camphre cyané employé. Son pouvoir rotatoire dans le toluène est $\alpha_D = +17°,1$.

» L'analyse conduit à la formule $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2CAz \\ CO^2C^{10}H^7 \end{cases}$. C'est l'éther naphtylique de l'acide cité plus haut. La saponification de ce corps par la potasse donne naissance à un dégagement d'ammoniaque; il y a formation d'acide hydroxycamphocarbonique et de naphtol.

» J'espère pouvoir indiquer sous peu les résultats obtenus dans le traitement de l'éther camphocarbonique par l'alcool benzylique, le phénol et le naphtol sodés. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la production des alcools supérieurs pendant la fermentation alcoolique.* Note de M. L. **Lindet**, présentée par M. Duclaux.

« Une des questions les plus intéressantes que l'on puisse se poser, dans l'étude de la fermentation alcoolique, est celle de l'origine des alcools supérieurs. Ces alcools se rencontrent dans tous les liquides fermentés et l'on est en droit de supposer qu'ils sont les produits nécessaires de la fermentation normale et font partie de ce que l'on a appelé l'*équation alcoolique*. J'ai voulu vérifier cette hypothèse, en faisant fermenter un moût, et en recherchant les alcools supérieurs dans ce moût à différentes époques de sa fermentation. Si ces alcools supérieurs se présentent à tout moment, par rapport à l'alcool produit, en proportion constante, c'est qu'ils proviennent effectivement de la décomposition du sucre par la levure, au moment où celle-ci accomplit sa fonction alcoolique; si la proportion en varie, au contraire, du commencement à la fin de la fermentation, il faudra attribuer à la formation de ces alcools une origine différente. C'est à cette conclusion que semble avoir abouti l'expérience que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» J'ai choisi, pour faire cette expérience, un moût de grains que j'ai préparé moi-même en suivant les procédés industriels actuellement en usage dans les fabriques de levure ; 4^{hlit},200 de moût (dans la composition duquel entraient, par hectolitre, 8^{kg} de maïs, 8^{kg} de seigle, 8^{kg} de malt d'orge, soit au total 100^{kg} de grains), ont été acidulés (2^{gr},6 SO^4H^2 par litre), et mis en levain, en cuve ouverte, avec 750^{gr} de levure spécialement choisie à la distillerie de Maisons-Alfort. La fermentation, qui a duré trente-huit heures, dont la température s'est élevée de 20° à 27° pour revenir à 20°, s'est effectuée d'une façon normale.

» J'ai prélevé des échantillons de moût quatorze heures (150^{lit}), vingt heures (110^{lit}), et trente-huit heures (80^{lit}) après la mise en levain, et je les ai distillés au moyen d'un alambic brûleur que M. Egrot a bien voulu mettre à ma disposition. J'ai obtenu de cette façon trois flegmes correspondant à la composition du moût, au moment où celui-ci contenait 1,84; 3,44; 6,27 pour 100 d'alcool. J'ai cru également intéressant d'abandonner vingt-quatre heures dans la cuve le reste du moût dont la fermentation venait d'être terminée pour le distiller ensuite, et obtenir ainsi un quatrième flegme.

» Les quatre flegmes ont été concentrés dans un appareil à colonne de M. Deroy et les alcools ont été analysés par la distillation fractionnée dans des tubes Le Bel et Henninger. En conduisant ces distillations sur les mêmes quantités d'alcool, au moyen des mêmes tubes, dans des conditions identiques en un mot, j'ai pu séparer des quantités d'alcools insolubles qui présentent entre elles des différences assez grandes pour qu'on ne puisse les attribuer à des erreurs d'analyse.

Durée de la fermentation après la mise en levain.	Alcool produit pour 100 du moût.	Quantité d'alcool à 100° soumis à l'analyse.	Quantité d'alcools insolubles obtenus.	Alcools insolubles par litre d'alcool.
h		lit	cc	cc
14	1,84	2,800	10,2	3,64
20	3,44	2,650	11,8	4,45
38	6,27	2,655	17,1	6,44
24 après la fermentation.	6,55	2,630	24,2	9,20

» Pour bien saisir la marche progressive que la formation des alcools supérieurs a suivie, il m'a paru avantageux de calculer la proportion d'alcools supérieurs produits pendant chaque période par rapport à la quantité d'alcool formé pendant le même temps; on se trouve alors en face de chiffres qui montrent de la façon la plus nette que la production des alcools supérieurs a été lente au début, pour devenir des plus actives une fois la fermentation terminée.

	Alcool formé dans 100^{lit} de moût.	Alcools supérieurs formés dans 100^{lit} de moût.	Alcools supérieurs pour 100 de l'alcool formé.
	lit	cc	cc
De 0h à 14h	1,84	6,62	0,36
De 14 à 20	1,60	8,69	0,54
De 20 à 38	2,83	25,13	0,88
24h heures après la fermentation.	0,28	39,82	14,07

» En face de ces résultats, il est impossible de conclure que les alcools supérieurs soient uniquement produits par la fermentation normale du sucre, et il faut attribuer à une autre cause la formation de la majeure partie de ces alcools.

» Tout d'abord il convient de ne pas perdre de vue ce fait, qu'à la fin de la fermentation la vie de la levure peut être troublée par les phénomènes d'autophagie. Ne trouvant plus de sucre à sa disposition, elle décompose la réserve hydrocarbonée, le glycogène qu'elle a accumulé pendant sa vie de ferment, et il est possible qu'à ce moment elle donne naissance à des quantités d'alcools supérieurs différentes de celles qu'elle a produites au cours même de la fermentation.

» Mais il est de ces expériences une interprétation plus probable qui me porte à admettre que les alcools supérieurs sont dus, pour la plus grande partie du moins, au développement d'un organisme microscopique dont l'action se trouve, au début de la fermentation, étouffée par l'action de la levure, et qui reprend son activité quand celle-ci a terminé son œuvre.

» On peut, en se plaçant au point de vue industriel, tirer de ce travail des conclusions intéressantes.

» On sait que, par la fermentation dite complémentaire, le vin, le cidre, la bière, prennent un bouquet qu'ils n'avaient pas aussitôt après la fermentation tumultueuse terminée. Pendant cette fermentation complémentaire, l'alcool s'éthérifie au contact des acides; mais, en même temps, comme je viens de le montrer, des alcools supérieurs se forment, alcools supérieurs dont l'odeur est repoussante quand ils sont isolés, mais qui, en faible quantité, donnent à l'alcool un arome spécial, alcools supérieurs dont les éthers, en tout cas, auront un parfum plus accentué que les éthers de l'alcool éthylique.

» S'il est bon d'abandonner les boissons à la fermentation complémentaire, pour parfaire l'arome qu'elles doivent posséder, il n'en est pas de même des moûts industriels qui sont appelés à fournir des alcools neutres. Plus on attendra avant de passer ces moûts à la colonne, plus on s'exposera à voir des alcools supérieurs se former, qui diminueront à la rectification le rendement en alcool bon goût. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouvelle méthode pour la recherche des huiles d'olive et de graines, applicable également aux beurres naturels et aux beurres margarinés.* Note de M. **Raoul Brullé**.

« Les recherches poursuivies depuis quelques années, à la station agronomique de Nice, pour la découverte d'un procédé permettant de distinguer facilement les huiles d'olive des huiles de graines ou de leur mélange, nous amènent à décrire le mode d'emploi d'un réactif qui nous paraît appelé à rendre de réels services. Dans les *Comptes rendus* du 15 juillet 1889, nous avons exposé nos premiers essais; nous venons les compléter en indiquant une modification qui rend le procédé plus pratique.

» Le réactif que nous employons est une solution de nitrate d'argent à 25 pour 1000 dans de l'alcool de vin à 95°.

» On verse dans un tube d'essai environ 12^{cc} de l'huile à examiner et 5^{cc} de réactif. On place ensuite le tube dans une capsule ou un vase en verre de Bohême contenant de l'eau maintenue à l'ébullition. On observe, à travers le verre, les changements de teinte subis par les liquides du tube.

» Il est essentiel de filtrer l'huile, pour peu qu'elle n'offre pas une limpidité parfaite.

» Nous avons essayé ce réactif sur des huiles de toutes provenances. Les résultats sont tellement tranchés, si on s'adresse même à des huiles d'olive de différentes qualités, que nous pouvons, par un essai, assigner à chacune sa valeur commerciale.

» Les huiles d'olive vierges, c'est-à-dire de première foulée, donnent, avec le réactif, une belle teinte vert tendre, bien limpide.

» Les huiles de qualité inférieure, de deuxième et de troisième foulée, qui contiennent une petite proportion d'huile provenant des noyaux, noircissent légèrement ou deviennent d'un rouge pâle, mais ne tardent pas à prendre une teinte verte très intense.

» Les huiles d'olive, même fortement colorées, subissent cette réaction. Elle est un peu plus lente, demandant un quart d'heure à vingt minutes d'ébullition; mais la teinte finale est toujours d'un beau vert.

» Si nous examinons ce qui se passe avec des huiles de graines, nous obtenons des résultats absolument différents.

» A l'état de pureté, l'huile de coton soumise à l'essai noircit complètement.

» L'huile d'arachide prend une coloration brun-rouge tout d'abord, puis finit par verdir en perdant sa transparence.

» L'huile de sésame est accusée par une teinte rouge-brun très foncée et reste rougeâtre, tandis que l'huile d'arachide verdit.

» Les huiles de colza et d'œillette prennent des colorations vert-jaune; le liquide est trouble et se distingue très facilement des réactions de l'huile d'olive.

» Enfin, si l'on a affaire à un mélange de ces diverses huiles avec l'huile d'olive, un peu d'expérience permet de déceler les mélanges, même dans les proportions de 5 à 10 pour 100.

» On observe les teintes en regardant le liquide suivant la longueur du tube. Les colorations caractéristiques pour chaque espèce d'huile varient suivant les proportions dans lesquelles ont été faits les mélanges.

» On a ainsi une échelle de couleurs qu'il est très facile à un œil un peu exercé de pouvoir distinguer, tant leurs différences sont accentuées.

» En opérant de la même façon pour les beurres, on parvient à constater, aussi pratiquement que pour les huiles, si l'on a affaire à un beurre naturel ou à un beurre dans lequel on a mélangé de la margarine.

» Traité au réactif, le beurre naturel conserve sa coloration primitive, tandis qu'un beurre de margarine pur devient rouge-brique; cette teinte, quoique moins apparente, se reconnaît facilement pour l'œil le moins exercé dans un beurre contenant moins de 5 pour 100 de margarine; à 10 pour 100, la teinte rouge est très accentuée.

» Des beurres de diverses provenances nous ayant toujours donné des réactions très nettes, nous croyons pouvoir affirmer que notre réactif pourra servir à déterminer la fraude des beurres au moyen de la margarine. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur l'intoxication par les Moules.* Note de M. S. Jourdain.

« L'ingestion des Moules est quelquefois suivie d'accidents qui, sans mettre en danger, sauf de très rares exceptions, la vie de la personne qui les éprouve, sont cependant très pénibles et assez sérieux pour exiger souvent l'intervention du médecin. Ces accidents ont un caractère particulier, spécifique en quelque sorte, si bien qu'un praticien exercé reconnaît promptement à quelle cause il faut les rapporter. Les symptômes ne sont pas ceux d'une simple indigestion, mais bien d'un empoisonnement.

» Quelle est la nature du poison qui a ainsi rendu la Moule nuisible? Plusieurs réponses ont été faites à cette question.

» On a parlé de Moules détachées du doublage en cuivre des navires,

et rendues toxiques par les sels de ce métal, comme si l'on avait jamais recueilli une Moule fixée de la sorte et comme si l'empoisonnement par ce Mollusque ressemblait à celui que déterminent les sels de cuivre.

» On a invoqué, comme cause de l'intoxication, la présence du frai des Astéries dans l'intérieur de la Moule. S'il s'agit de l'*Astérie commune* de nos côtes, le frai en est mangé impunément par la *Corneille mantelée,* le *Freux* et divers oiseaux de mer, qui s'en montrent très friands. D'ailleurs a-t-on jamais rencontré, dans une Moule, du frai d'Astérie?

» On a été jusqu'à mettre en cause un petit Crustacé décapode, le *Pinnothère,* commensal fréquent, mais inoffensif, de la Moule.

» Dans ces derniers temps, on a attribué, avec plus de vraisemblance, la toxicité accidentelle de la Moule à la présence d'une ptomaïne, la *mytilotoxine*. Cette ptomaïne paraît exister normalement dans le Mollusque, sans que celui-ci perde son innocuité. Mais, dans certaines conditions, encore indéterminées, la proportion de mytilotoxine s'exagérant, la Moule devient toxique.

» Dans un document officiel paru récemment, il est dit que l'intoxication mytilique est d'une rareté extrême et, de plus, que les Moules nuisibles ne se trouvent que parmi celles qui ont séjourné dans les eaux stagnantes et souillées des ports.

» Mais il convient de remarquer d'abord que les accidents n'ont pas la rareté excessive que leur attribue ce document. Tous les médecins qui exercent dans la zone littorale, où la consommation des Moules se fait sur une plus grande échelle, ont été appelés assez souvent à donner leurs soins à des personnes incommodées. Encore l'intervention de l'homme de l'art est-elle loin d'être réclamée pour tous les cas; souvent on se traite soi-même, ou l'on a recours à un pharmacien.

» Toutefois les accidents n'ont quelque fréquence qu'en raison du nombre énorme de Moules qui entrent dans la consommation. La proportion des individus devenus toxiques doit être très faible et, pour ma part, je pense que l'empoisonnement est déterminé, la plupart du temps, par l'ingestion d'un seul individu nuisible. Que de personnes, en effet, ont mangé des Moules par milliers, sans éprouver d'incommodité, ou n'ont été malades qu'après en avoir usé pendant des années? D'autre part, je sais deux cas dans lesquels l'empoisonnement a été produit par l'ingestion de moins d'une douzaine de Moules, prélevées parmi d'autres qui se montrèrent d'une innocuité complète. Les individus nuisibles étant en petite

proportion, il n'est pas probable que, dans une douzaine, il s'en trouvât plusieurs de mauvaise qualité.

» Est-il vrai, maintenant, que les Moules nuisibles sont celles qui ont séjourné dans des eaux stagnantes et souillées? Au contraire, les accidents peuvent se déclarer après l'ingestion de Moules recueillies sur des rochers baignés par la pleine mer, ou dans des chenaux où la marée renouvelle l'eau incessamment.

» Il me semble donc que, dans l'état actuel de nos connaissances, en admettant que la mytilotoxine soit bien la cause des accidents, nous sommes dans l'ignorance des conditions qui font que la proportion de cette ptomaïne s'exagère au point de rendre le Mollusque dangereux.

» Le document dont j'ai parlé n'admet pas, contre l'opinion généralement reçue, qu'à l'époque du frai la Moule présente plus de dangers. Je me range volontiers à cet avis et, toute autre considération écartée, je crois qu'il y avait lieu de rendre libre, en toute saison, la récolte et la vente d'un Mollusque qui constitue pour l'alimentation des populations cotières un appoint qui n'est point à négliger.

» Une ptomaïne se rencontre, très rarement à la vérité, à dose toxique, dans l'*Huître commune* et occasionne des accidents d'une certaine gravité. Le Mollusque ainsi devenu nuisible n'est point modifié dans son aspect, et il ne paraît point possible de le distinguer d'un spécimen normal (1). On a aussi attribué ces accidents à la présence de sels de cuivre que, dans des conditions tout exceptionnelles, les Huîtres peuvent effectivement absorber en grande quantité. Mais ces Huîtres n'entrent guère en France dans la consommation, et leur saveur est telle que seul un palais des plus grossiers pourrait les tolérer.

» Des traces de ptomaïnes se retrouvent encore dans d'autres bivalves comestibles, mais elles ne paraissent pas s'y accumuler à dose toxique. Toujours est-il que les troubles qui peuvent survenir après leur ingestion ont le caractère d'une simple indigestion, et non d'un empoisonnement. »

---

(1) Je puis citer le cas d'un connaisseur en Huîtres, lequel se laissa tenter par la fraîcheur et la bonne mine d'une douzaine de ces Mollusques, qui venait d'être ouverte chez un marchand d'une ville maritime. Ces Huîtres furent trouvées excellentes, et cependant leur ingestion fut suivie d'un véritable empoisonnement; un médecin dut être mandé, et le malade ne se rétablit qu'au bout d'une semaine.

BOTANIQUE. — *Contributions à la physiologie de la racine.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai fait plusieurs séries d'expériences sur la racine, dans le but de continuer une étude commencée depuis longtemps. Me réservant d'en faire connaître plus tard les résultats, je désire seulement présenter aujourd'hui deux cas particuliers, que j'ai rencontrés dans ces expériences.

» 1° Parmi les plantes que je faisais végéter entièrement dans une atmosphère humide, se trouvait un *Phaseolus*, dont une racine de second ordre, poussée d'abord dans l'air, était parvenue à la couche d'eau qui servait à entretenir l'humidité. Elle s'était développée beaucoup plus en longueur que la racine terminale et présentait extérieurement des différences frappantes.

» Toute la partie située au dehors de l'eau était couverte de poils radicaux très nombreux. Au voisinage de l'eau, ces poils s'allongeaient, puis, dans la partie submergée, se raccourcissaient rapidement pour disparaître tout à fait. Je dois dire que les autres radicelles de cette plante se trouvaient abondamment pourvues de ces poils absorbants.

» Le diamètre de la racine diminuait du deuxième centimètre en partant du sommet et allant vers la surface d'émersion, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 5^{cm}. Au sortir de l'eau, il changeait brusquement, devenait beaucoup plus faible et, à partir de là, continuait lentement à décroître en remontant vers la base. C'est ainsi que, à 2^{cm} du sommet, à 6^{cm} (un peu au-dessus du niveau de l'eau) et à 9^{cm}, les diamètres étaient de 88, 56 et 46; une radicelle du même âge, mais venue dans l'air humide, avait un diamètre de 40 à 2^{cm} du sommet.

» L'écorce et le cylindre central suivaient les mêmes proportions; les assises corticales, à très peu près en même nombre, présentaient dans l'air des éléments plus petits que dans l'eau; dans le cylindre central, les éléments, plus réduits également, n'offraient de différence sensible que dans le bois, où ils étaient plus tôt différenciés et proportionnellement plus lignifiés quand ils appartenaient à la région aérienne.

» 2° Parmi les plantes dont la racine était constamment dans l'eau, se trouvaient des Fèves chez lesquelles je fus amené à couper les radicelles à mesure qu'elles apparaissaient.

» La racine s'allongea beaucoup. Mais, ce qui intéresse davantage,

c'est que sur toutes les racines traitées comme je viens de le dire, j'ai trouvé des poils abondants. Ils étaient répartis sur toute la longueur de l'organe, depuis un centimètre et demi du sommet jusqu'à la base, alors que des Fèves, dont les racines et les radicelles se sont développées librement, ne présentent que peu ou point de poils dans l'eau.

» Ainsi, je me suis trouvé en présence d'un cas non encore signalé.

» La racine de Fève, se développant librement dans l'eau, produit d'ordinaire de nombreuses radicelles qui augmentent considérablement la surface d'absorption; en supprimant ces radicelles, j'ai mis la racine terminale dans des conditions nouvelles auxquelles elle s'est adaptée pour suppléer à la surface disparue; elle s'est couverte de nombreux poils absorbants dont la longueur pouvait atteindre jusqu'à quinze fois la largeur. »

BOTANIQUE. — *Influence de l'éclairement sur la production des piquants des plantes* (1). Note de M. A. **Lothelier**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que beaucoup d'espèces végétales présentent des organes appendiculaires terminés en pointe piquante. Tantôt ce sont de simples protubérances corticales (*Ribes*), tantôt un membre de la plante arrêté dans son développement (*Berberis*). Il est également connu que la culture modifie les plantes à piquants, soit en faisant disparaître ceux-ci (*Rosa*), soit en les transformant en organes normaux (*Prunus spinosa*).

» Je me suis proposé de rechercher les causes qui accélèrent ou retardent la production des piquants. C'est ainsi que, après avoir étudié l'influence de l'état hygrométrique de l'air (2) sur les plantes piquantes, j'étudie aujourd'hui l'influence de la lumière.

» *Berberis vulgaris.* — Deux pieds de *Berberis* ont poussé séparément sous une cloche. Le pied *a* recevait la lumière de toutes parts, tandis que le pied *b* ne la recevait que du côté nord. Des différences extérieures se sont manifestées nettement. Le pied *a*, qui recevait la lumière directe du soleil, a poussé normalement, c'est-à-dire

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. G. Bonnier.

(2) *Influence de l'état hygrométrique de l'air sur la production des piquants* (*Bulletin de la Soc. Bot. de France*, 1890).

qu'après avoir donné une rosette de feuilles parenchymateuses à la base il a perdu progressivement le parenchyme de ses feuilles, et celles-ci se sont peu à peu trouvées réduites à leurs nervures qui se sont durcies et sont devenues piquantes. En outre, à mesure que le parenchyme foliaire réduit, et même disparu, ne suffit plus à assurer l'assimilation chlorophyllienne, celle-ci s'effectue par des bouquets de feuilles parenchymateuses naissant très tôt à l'aisselle de la feuille piquante.

» Le pied *b*, au contraire, qui ne recevait pas la lumière directe du soleil, a donné 15 feuilles (le pied *a* en avait donné 16, dont 7 seulement à parenchyme bien développé) toutes entièrement parenchymateuses et n'offrant pas trace de piquants. Il ne s'est pas produit de bouquets de feuilles à l'aisselle de ces dernières.

» Si l'on compare la tige et les feuilles inférieures de la plante ayant poussé au soleil à la tige et aux feuilles de la plante qui a poussé à l'ombre, on peut constater toutes les différences externes et internes que M. Dufour a nettement exposées dans un travail récent [1], à savoir : un plus grand développement et une plus grande différenciation au soleil qu'à l'ombre. J'ai pu voir, en outre, dans ce cas particulier, que le piquant médian, par exemple, qui représente la nervure médiane de la feuille, présente sur tout son pourtour une large bande de sclérenchyme hypodermique interrompu seulement suivant deux lignes longitudinales à la face inférieure. Ces deux lignes restées parenchymateuses sont seules munies de stomates, et le tissu assimilateur se trouve de la sorte refoulé vers le centre. De plus, le faisceau libéro-ligneux médian du piquant est noyé dans une bande de sclérenchyme qui va de l'épiderme supérieur à l'épiderme inférieur. Dans la feuille parenchymateuse de la plante ayant poussé à l'ombre, au contraire, le sclérenchyme hypodermique n'existe que sur les bords de la feuille, et la bande scléreuse qui entoure le faisceau libéro-ligneux médian n'atteint pas l'épiderme inférieur.

» *Robinia pseudacacia*. — Des rameaux de *Robinia pseudacacia* exposés respectivement à des intensités lumineuses diverses ont également présenté de grandes différences. Ainsi, tandis que la longueur moyenne des piquants du rameau qui a poussé au soleil atteint 9^{mm}, elle n'est, à l'ombre, que de 1^{mm} seulement. A sa base, le diamètre du premier piquant est double de celui du second. Les trachées y sont aussi beaucoup plus nombreuses, et il y existe souvent un petit faisceau libéro-ligneux supplémentaire qui ne se voit pas dans le second.

» *Ulex europœus*. — De même encore, des rameaux piquants d'*Ulex europœus* ont atteint, au soleil, une longueur moyenne de 18^{mm}, alors qu'à l'ombre ils n'arrivaient qu'à 10^{mm}. Les premiers se distinguent aussi par un plus grand développement du bois. En outre, les cellules de la moelle et des larges rayons médullaires se sont allongées en fibres à parois fortement épaissies et lignifiées, ce qui donne au piquant une plus grande rigidité.

» *Cratœgus oxyacantha*. — Deux pieds de *Cratœgus oxyacantha* m'ont encore donné des différences dans le même sens. La longueur moyenne du piquant, repré-

---

(1) Dufour, *Influence de la lumière sur les feuilles* (*Ann. des Sc. nat.*, 7e série; 1887).

sentée par 4^{mm} à l'ombre, atteint au soleil 11^{mm}; et ici encore s'observe une prédominance du bois en faveur de la plante exposée au soleil.

» *Ribes Uva crispa.* — Les émergences corticales des *Ribes* présentent elles-mêmes, au soleil, un plus grand développement en longueur et en diamètre. En outre, ceux de ces organes qui n'ont pas de position morphologique fixe et qui poussent sur la tige sans ordre et en nombre indéterminé naissent beaucoup plus nombreux sur la plante la plus éclairée. Il peut y en avoir jusqu'à deux et même trois fois plus au soleil qu'à l'ombre.

» *En résumé,* on voit, d'après ce qui précède, qu'à une lumière plus vive les piquants des plantes se forment plus nombreux, plus développés, plus différenciés.

» Le *Berberis vulgaris,* par exemple, est une plante dont l'adaptation est particulièrement facile. Suivant les conditions d'éclairement auxquelles on la soumet, on peut, à volonté, y produire des feuilles ordinaires parenchymateuses, assimilatrices, ou des feuilles réduites, pour ainsi dire, à leurs nervures et terminées en pointe. On voit, en outre, ici que, par une sorte de balancement organique, le rôle assimilateur, qui est très amoindri dans les feuilles piquantes, se trouve assuré par le développement très hâtif d'un bouquet de feuilles riches en chlorophylle à l'aisselle des piquants. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur des sables diamantifères recueillis par M. Charles Rabot dans la Laponie russe (vallée du Pasvig).* Note de M. **Ch. Vélain**, présentée par M. Fouqué.

« Dans ses explorations remarquables de la Laponie russe, poursuivies à trois reprises différentes depuis 1884, M. Charles Rabot a recueilli d'importantes collections de roches dont il a bien voulu me confier l'examen. Parmi ces échantillons figurent des sables chargés de grenat, provenant de la vallée du Pasvig, et dans lesquels on pouvait s'attendre à trouver quelques minéraux intéressants, cette rivière traversant une région gneissique où se présentent, nombreuses, des enclaves de granites et de pegmatites. Leur examen attentif n'a pas trompé cette attente, puisqu'il m'a permis de reconnaître qu'ils renfermaient du *diamant,* détermination qui devient d'autant plus intéressante que la présence de sables diamantifères était jusqu'alors inconnue en Europe. Aussi j'ai cherché à l'établir sur des données précises et à faire de ces sables une analyse aussi complète que possible.

» Voici, par ordre de fréquence, les minéraux qu'un examen microscopique, contrôlé par des essais au chalumeau, a permis d'y reconnaître :

» 1. Grenat (almandin); 2. Zircon; 3. Amphiboles brune et verte; 4. Glaucophane; 5. Disthène; 6. Pyroxène; 7. Quartz; 8. Corindon; 9. Rutile; 10. Magnétite; 11. Staurotide; 12. Andalousite; 13. Tourmaline; 14. Épidote; 15. Feldspath (oligoclase); 16. Diamant.

» *Grenat.* — Un grenat fusible attribuable à l'almandin, forme la moitié de ces sables, où il se présente en grains roulés d'un rose pâle, en petits fragments à angles assez vifs, plus rarement en rhombododécaèdres b^1, nettement terminés. Remarquablement isotropes, ils sont souvent riches en inclusions, les unes gazeuses, les autres cristallines, fournies par du quartz, du mica noir, du fer oxydulé, et surtout de fines aiguilles de rutile, disposées symétriquement suivant les côtés de l'hexagone.

» Le *zircon,* très abondant, se présente en petits fragments peu roulés, souvent à angles vifs, parfois avec quelques rares faces cristallines mb^1. Inattaquables, infusibles, ces cristaux, d'un brun très pâle, perdent leur couleur après calcination; ils deviennent également incolores, dans les lames minces, et présentent, avec des traces bien nettes de clivages suivant h^1, des pores à gaz très fortement estompés. On les remarque doués d'une biréfringence positive très énergique.

» L'*amphibole,* également très répandue, en grains irréguliers de dimension toujours faible, fusibles en verre plus ou moins coloré, est représentée par deux variétés : l'une très foncée du type de la hornblende et douée comme elle d'un polychroïsme bien marqué, du vert d'herbe foncé au jaune pâle en passant par le vert sombre; l'autre verte, de couleur plus claire et par suite peu polychroïque. Dans les sections basiques, les clivages mm avec l'angle de 124° caractéristique sont bien marqués.

» La *glaucophane,* fréquente, en grains d'un bleu lavande allongés, avec son polychroïsme typique, présente toutes les propriétés optiques de cette amphibole sodifère; la seule particularité à noter est la fréquence des inclusions de fer oxydulé qui s'alignent dans le sens de l'allongement.

» Le *pyroxène,* moins abondant, se traduit par de petits grains arrondis, d'un vert clair, à peine polychroïques et facilement fusibles en verre incolore ou à peine teinté de jaune. Les clivages $mm = 87°$, espacés et bien nets, avec des traces moins distinctes de clivage h^1 ont pu être observés.

» Le *disthène* apparaît en paillettes bleu de ciel ou en petites plaques lamelleuses à arêtes vives allongées, marquées dans le sens de l'allongement par les traces de clivages faciles h^1 et par les stries fines perpendiculaires espacées suivant p, non moins caractéristiques. Infusibles et inattaquables aux acides, ces cristaux parés de vives couleurs de polarisation, parfois maclés suivant p^1, sont dépourvus de polychroïsme aussi bien que d'inclusions.

» Le *corindon,* assez répandu, s'observe en petits grains brillants ou bleu pâle, qui rayent la topaze et restent infusibles. Simples ou maclés suivant p, tous paraissent dépourvus de clivages. Ils ont la réfringence et la biréfringence de ce minéral. Quelques grains d'un bleu d'azur très clair et polychroïques perdent leur teinte par l'action de la chaleur; ils peuvent être attribués au saphir.

» Le *rutile* apparaît en fragments non roulés, d'un noir assez vif, toujours bien distincts à l'œil nu, grâce à leurs dimensions. Un éclat adamantin presque métallique, joint à cette coloration très foncée, l'indique comme devant contenir du fer. Ils sont douées d'une très forte biréfringence. On observe les macles géniculées suivant b^1 caractéristiques.

» Après ces minéraux, les *minerais* deviennent les éléments les plus abondants. La magnétite, en grains roulés très rarement anguleux, de dimensions diverses, n'offre d'autre particularité à signaler que de renfermer à l'état d'inclusion de l'apatite. Des grains plus ternes, non attirables à l'aimant, doivent être probablement attribués à l'ilménite.

» La *staurotide,* l'*andalousite,* la *tourmaline*, le *sphène,* en petits fragments brunâtres, opaques, parfois fusiformes; l'épidote, en grains vert-bouteille très polychroïques, fusibles, après boursouflement, sur les bords, en verre brun foncé; le *quartz* et le *feldspath,* qui ne figurent ensuite dans ces sables qu'à titre exceptionnel, ne présentent aucun caractère spécial. Notons cependant que le quartz, assez riche en inclusions gazeuses et liquides, est parfois dihexaédrique; que le feldspath, toujours très rare, maclé suivant la loi de l'albite, présente les angles d'extinction de l'*oligoclase.*

» *Diamant.* — En dernier lieu figurent au milieu de ces éléments, presque tous colorés, de petits fragments incolores anguleux, plus rarement arrondis, à surfaces cannelées dont la dimension, toujours très faible, ne dépasse guère $0^{mm},25$; exceptionnellement, un cristal atteignant $1^{mm},5$ a été observé. Tous présentent un éclat adamantin très vif, une très forte réfringence, et se comportent dans la lumière polarisée comme une substance absolument isotrope, les seuls indices de biréfringence faible présentés devant être attribués à des phénomènes de trempe.

» Soumis à l'action des réactifs oxydants (acide azotique avec chlorate de potasse), ils demeurent intacts; enfin l'essai de la dureté a permis de constater que ces fragments infusibles pouvaient rayer le corindon. Or on sait que tous ces caractères sont ceux qui s'appliquent spécialement au diamant. Pour plus de précision, un fragment a été brûlé complètement dans un excès d'oxygène et n'a fourni que de l'acide carbonique. Dans ces diamants, qui ont pu être extraits par l'action prolongée de l'acide fluorhydrique activée par l'acide sulfurique concentré, la limpidité du cristal est singulièrement altérée par des inclusions, les unes très fines, arrondies, à bords estompés attribuables à des pores à gaz identiques à ceux signalés par Brewster; les autres, cristallines, plus rares, mais dont les dimensions sont à ce point affaiblies que leur détermination ne saurait être faite avec précision.

» En résumé, les minéraux qui forment la masse principale de ces sables diamantifères ne sont autres que ceux des roches éruptives (granites et pegmatites) et des roches gneissiques de la région; gneiss qui, le plus souvent granulitiques, offrent de belles variétés à amphibole ou à pyroxène. Ainsi s'expliquent les différences qu'ils présentent dans leur composition avec les sables de même nature de l'Inde et du Brésil, dans lesquels, à simple vue ou à l'aide d'une loupe, M. Damour a pu reconnaître 28 espèces distinctes, différences du reste très faibles qui ne portent guère

que sur la présence de l'épidote, non encore signalée, et l'absence des chlorophosphates hydratés si fréquents dans les sables du Brésil. La plus grande partie des éléments des sables de la Laponie sont ceux qui forment le cortège habituel du diamant.

» Quant au point de départ de ce minéral, il est vraisemblable d'admettre qu'on puisse venir le chercher dans le démantellement des pegmatites de la région, surtout si l'on se rapporte à ce fait que M. Chaper a signalé la présence du diamant, en place, dans les pegmatites de l'Hindoustan ([1]). »

M. F. **Störmer** adresse une Note relative à un appareil auquel il donne le nom d' « Inhalateur norvégien ».

M. **Rey de Morande** adresse une Note « Sur les rivages maritimes paléozoïques ».

M. E. **Delaurier** adresse des « Remarques sur les observations récentes de la planète Vénus ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de son doyen M. Schlœsing, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Peligot* :

En première ligne, à l'unanimité	M. **Aimé Girard**.
En deuxième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. **Chambrelent**. M. **Muntz**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. M. B.

([1]) Chaper, *Sur les pegmatites diamantifères de l'Hindoustan* (*Comptes rendus*, 14 janvier 1884).

ERRATA.

(Séance du 5 janvier 1891.)

Renouvellement annuel du Bureau :

Page 13, ligne 3, *au lieu de* dans l'une des Sections de Sciences physiques, *lisez* dans l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Note de M. *R. Moniez,* Sur l'*Allantonema rigida* v. Siebold :

Pages 60, 61 et 62, *au lieu de* Atlantonema, *lisez* Allantonema.

Note de M. *W. Kilian*, Contributions à la connaissance géologique des chaînes alpines :

Page 64, ligne 1, *au lieu de* cîmes *lisez* cime.
Page 65, ligne 1, *au lieu de* Lachatz, *lisez* Lachat.
Page 65, ligne 2, *enlevez* la virgule.
Page 65, ligne 3, *au lieu de* nous avons, *lisez* (nous avons....
Page 65, ligne 20, *au lieu de* Bocca del Serii, *lisez* Rocca del Serù.
Page 66, ligne 2, *au lieu de* l'Eychanda, *lisez* l'Eychauda.
Page 66, ligne 4, *au lieu de* Guillestre, *lisez* Guillestre].
Page 66, lignes 4 et 5, *au lieu de* à l'ouest, col de Varbuche (Savoie), Plan de Phazy, vallée de Barcelonnette, *lisez* à l'ouest [col de Varbuche (Savoie), Plan de Phazy, vallée de Barcelonnette].
Page 66, ligne 39, *au lieu de* gypses, cargneules inférieurs, *lisez* gypses (cargneules) inférieurs.

Note de M. *A. Delebecque,* Sondages du lac Léman :

Page 67, ligne 20, *au lieu de* Condrée, *lisez* Coudrée.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JANVIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage des matières minérales contenues dans la terre végétale et sur leur rôle en Agriculture;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« On sait que l'une des lois fondamentales de l'Agriculture exige la restitution au sol des matières minérales enlevées chaque année par les végétaux, comme indispensables à leur développement et à leur entretien. De là la nécessité d'une analyse exacte des terres végétales, des récoltes, et des engrais et amendements. Mais cette analyse offre dans certains cas, spécialement en ce qui touche le dosage complet des alcalis, des difficultés auxquelles les opérateurs ont cherché souvent à se soustraire, en rem-

plaçant l'analyse exacte et complète par des dosages réputés approximatifs, ou tout au moins crus suffisants pour faire connaître les matières réellement assimilables.

» C'est sur ces points que nous avons déjà appelé l'attention en montrant, par des expériences numériques précises ([1]), comment on peut doser avec exactitude le phosphore, le soufre, le carbone, sous leurs diverses formes, et la potasse dans les terres, terreaux et plantes; enfin comment les analyses opérées par voie humide et avec le concours prolongé des acides, même énergiques et bouillants, et souvent l'incinération elle-même, ne fournissent que des résultats incomplets et des dosages parfois éloignés de la réalité. Sous ce rapport, nous croyons avoir ajouté quelques résultats dignes d'attention à ces études, qui ont fait depuis bien des années l'objet des recherches de tant et de si célèbres expérimentateurs. Nous avons depuis lors poursuivi et développé ces études, en les étendant aux principaux éléments minéraux qui entrent dans la constitution de la terre végétale, tels que la silice, l'alumine, la potasse, la soude, la chaux, le fer, le phosphore, le soufre, l'acide carbonique; auxquels il convient de joindre le carbone organique et l'azote dans ses différents états de combinaison. Quoique nous ayons opéré sur une terre spéciale, l'ensemble de cette recherche constitue une méthode complète d'analyse de la terre végétale.

» L'exposition de cette méthode dans toute son étendue exigerait plus de développements que n'en comporte la Note présente; elle a, d'ailleurs, été faite en partie dans les Mémoires rappelés plus haut; mais il paraît utile d'insister aujourd'hui sur les résultats relatifs aux alcalis et oxydes, tant au point de vue des procédés d'analyse que des actions physiologiques exercées sur la terre par les végétaux.

» Donnons d'abord, comme point de départ, la composition de l'échantillon de terre sur lequel ont porté nos principales recherches.

» 100^{gr} de cette terre, séchée préalablement à 110°, ont fourni :

Carbone organique	1,91
Hydrogène organique	0,17
Oxygène organique	1,19
Azote total	0,167
Eau combinée, éliminable au rouge	2,10

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XV, p. 86 à 133; 1888. — *Sur le dosage du carbone* (même Recueil), t. XIII, p. 74.

Acide carbonique des carbonates	0,561
Acide silicique (par différence)	85,1
Phosphore total, calculé comme acide phosphorique, PO^5.	0,292
Soufre total, calculé comme acide sulfurique, SO^3	0,117
Potasse, KO	0,886
Soude, NaO	0,211
Magnésie, MgO	0,087
Chaux, CaO	1,165
Alumine, Al^2O^3	3,95
Oxyde de fer, calculé Fe^2O^3	2,15
(calculé FeO, 1,94).	

» Nous avons montré comment ni le phosphore, ni le soufre total ne peuvent être dosés soit dans une plante, soit dans un terreau, soit dans une terre végétale, tant par l'action des acides que par la simple incinération; l'analyse devant être réalisée dans des conditions telles qu'une combustion totale soit effectuée, même sur les matières volatilisées [1].

» Sans revenir aujourd'hui sur ces points, la question principale sur laquelle nous voulons appeler l'attention, c'est le dosage des alcalis et des oxydes. Ce dosage a été fait en éliminant préalablement la silice, soit par un traitement fluorhydrique (fluorhydrate d'ammoniaque et acide sulfurique) en ce qui touche les alcalis proprement dits; soit par un traitement par la potasse fondante, en ce qui touche l'alumine et l'oxyde de fer. En effet, si l'on n'élimine d'abord la silice, aucune analyse exacte des alcalis et oxydes contenus dans le sol n'est possible. Nous avons déjà insisté sur ce point, nous demandons la permission d'y revenir.

» Voici à cet égard de nouveaux chiffres comparatifs, obtenus en traitant la même terre: par l'acide chlorhydrique étendu à froid, par l'acide chlorhydrique concentré bouillant, avec réaction prolongée pendant plusieurs

---

(1) Voici quelques chiffres nouveaux, à cet égard, chiffres tirés des analyses de la terre ci-dessus, pour 1^{kg} de terre :

	Total (CO^3Na et O).	HCl étendu à froid.	HCl concentré bouillant.	HCl concentré, après incinération ordinaire.	Après traitement par AmF, etc.
P (calculé comme PO^5).	2,92	1,09	1,83	1,89	2,2195
S (calculé comme SO^3).	1,168 1,199 par AzO^6K	»	0,533	0,907	»

heures, enfin par le même acide agissant après destruction préalable de la matière organique par incinération. Ces résultats sont rapportés à 1^{kg}.

	Dosage exact.	par HCl à froid.	par HCl concentré à chaud.	Incinération, puis HCl concentré bouillant.
Potasse	8,86	0,21	1,49	1,76
Soude	2,11	0,24	0,33	0,42
Magnésie	0,87	0,33	»	0,67
Chaux	11,6	8,79	11,20	10,6
Alumine	39,5	1,02	10,09	26,31
Oxyde de fer	21,5	2,96	14,01	16,78

» L'impossibilité de faire entrer en dissolution la totalité des oxydes et alcalis, par l'action même prolongée des acides bouillants, résulte des analyses. L'acide sulfurique irait sans doute un peu plus loin que l'acide chlorhydrique; mais sans donner un résultat meilleur. La chaux seule peut être dosée exactement dans cette terre par l'acide chlorhydrique bouillant; circonstance qui paraît due à ce que la chaux s'y trouverait entièrement sous forme de carbonate, sulfate, phosphate, ainsi que le montre le calcul [1]; mais on n'y peut doser ni la potasse, ni la soude, ni la magnésie, ni le fer, ni l'alumine. Cette impuissance des méthodes ordinaires est attribuable à l'état de combinaison de ces bases, formant dans la terre des silicates divers, avec excès d'acide silicique. On admet que ces silicates se partageraient en deux groupes : les uns hydratés et comparables aux zéolithes, que les acides désagrégeraient complètement, tandis que les autres y résisteraient. Le premier groupe, ajoute-t-on, céderait de préférence ses alcalis aux végétaux dans le cours de la végétation. Mais cette distinction est arbitraire.

» En fait, il n'est pas possible de mettre d'un côté les silicates attaquables et d'un autre côté les silicates prétendus inattaquables. Cette distinction ne représente que les degrés inégaux de la vitesse de dissociation progressive des divers silicates contenus dans les roches primitives, par les agents atmosphériques; la terre végétale n'étant autre chose qu'un mélange de ces roches avec les produits de la décomposition propre des végétaux.

» La portion des silicates dont la dissociation est moins avancée, à un moment quelconque, s'attaque plus facilement par les acides; celle dont la dissociation a été poussée plus loin au même moment, s'attaque moins

(1) D'autres terres, renfermant certains silicates riches en chaux, se comporteraient sans doute autrement.

vite, et l'attaque, se ralentissant de plus en plus, tend à devenir très faible pendant un laps de temps déterminé, de façon à permettre de définir certaines conditions analytiques, où les résultats seront à peu près constants. Mais il est évident que cette définition est purement conventionnelle et n'offre aucune relation nécessaire, ni même probable, avec les quantités d'alcali réellement assimilables par les plantes. Aucune expérience, en effet, n'a été faite pour établir qu'elle représente une limite vers laquelle tendraient les agents atmosphériques, eau, acide carbonique, etc., attaquant avec le concours du carbonate de chaux, de la lumière et des matières organiques du sol, une terre donnée, et *a fortiori* une terre quelconque, pendant l'espace d'une année.

» Les végétaux, d'ailleurs, exercent sur la terre et sur l'extraction des alcalis et autres substances qui y sont contenues, des réactions chimiques propres, tout à fait distinctes des actions lentes des agents atmosphériques et plus encore des actions rapides des acides minéraux. On sait avec quelle énergie, on pourrait dire avec quel instinct admirable, — si ce mot était applicable à la vie végétale, — les plantes arrivent à tirer du sol les moindres traces de phosphore, de soufre, de potasse, de fer, nécessaires à leur alimentation.

» Elles les extraient du sol, le plus souvent en absorbant pour leur propre compte, sous forme de composés organiques particuliers, des doses d'acide silicique bien plus considérables que la dose de cet acide qui serait soluble directement dans les acides minéraux purs; on retrouve ces acides silico-organiques pendant l'évaporation des extraits végétaux, préparés par l'eau pure ou par les acides avec les plantes ou le terreau; cette silice s'en sépare jusqu'à la fin, constamment unie avec certaines matières carbonées et avec des alcalis, dont elle ne peut pas être isolée complètement, si ce n'est après une incinération totale. Aussi le dosage exact des alcalis dans les plantes, ainsi que dans le terreau qui en dérive, ne saurait-il être effectué pour la plupart des cas, sans le concours de l'acide fluorhydrique et des fluorures.

» De telles actions spécifiques des végétaux, lentement exercées sur les silicates naturels de la terre dont les plantes extraient à la fois la silice et les alcalis nécessaires à leur constitution, méritent d'attirer au plus haut degré l'attention des analystes et des agriculteurs; leur intervention joue un grand rôle dans la restitution au sol, par les engrais complémentaires, des éléments minéraux enlevés par les plantes, et elle rend indispensable, quelles que soient d'ailleurs les difficultés de l'opération, le dosage total des alcalis contenus dans le sol, qui fournit aux plantes les éléments de leur développement. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la présence et sur le rôle du soufre dans les végétaux*. Note de MM. **Berthelot** et **G. André**.

« Le soufre est un élément essentiel des végétaux. Non seulement il concourt à la formation de certaines essences caractéristiques, telles que les essences d'ail et de moutarde; mais il joue un rôle général dans la constitution des principes albuminoïdes et dans celle de divers composés très répandus dans tous les végétaux, comme l'atteste la présence universelle du soufre à dose notable parmi leurs éléments. Il fait également partie du terreau et de la terre végétale, substances dérivées de la décomposition des végétaux eux-mêmes. Malgré cette diffusion du soufre dans le règne organique, sa statique chimique est encore très obscure, et l'on ne sait pas bien comment il se répartit à partir du sulfate de chaux, sa principale origine dans le règne minéral, et des composés organiques sulfurés contenus dans la terre végétale, entre les principes résultant de ses transformations au sein des plantes vivantes. C'est cette étude que nous avons entreprise : elle est longue et difficile, et nous nous proposons seulement de faire connaître aujourd'hui quelques résultats préliminaires, obtenus pendant la campagne de culture de 1890.

» Nos études ont porté sur les plantes suivantes : *Sinapis alba, Camelina sativa, Allium cepa, Lupinus albus, Urtica dioica, Tropeolum majus, Avena sativa,* choisies dans des familles différentes et intéressantes, tant au point de vue de la marche générale de la végétation et de la production spéciale des principes sulfurés, qu'à celui de la production agricole.

» Nous avons suivi la végétation de ces espèces depuis la graine et la germination jusqu'à la floraison et à la fructification, en dosant le soufre sous ses trois formes de sulfates actuels et de composés sulfurés, ces derniers étant distingués dans certains cas en composés fixes et volatils. Nous avons poussé cette étude pour une espèce, la *Sinapis alba,* jusqu'à l'analyse séparée des parties principales de la plante, telles que racines, tiges, feuilles et inflorescences.

» La marche de ces études a été la même déjà suivie dans nos recherches précédentes sur la marche générale de la végétation sur les Amarantes ([1]).

» Les procédés de dosage du soufre sont ceux que nous avons décrits précédemment.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série.

» Voici quelques-uns des Tableaux de nos expériences, qui mettent en évidence nos premiers résultats :

Sinapis alba.	Poids sec.	Soufre total, en poids.	Soufre total, en centièmes.	Soufre des sulfates, en poids.	Soufre des sulfates, en centièmes.	Soufre des composés volatils, en centièmes.	Soufre des composés fixes, en centièmes.	$\frac{\text{Soufre total} - \text{Soufre des sulfates}}{\text{Soufre total}} \times 100$.
1 graine semée le 15 avril	gr 0,0053	gr 0,0000204	0,385	gr 0,0000049	0,094	1	0,291	75,6
12 mai. Jeune plante. 1 pied sec .	0,0486	0,0004	0,996	0,0003	0,651	0,056	0,209	34,6
27 mai. Avant la floraison.								
Racines à l'état sec	0,0293	0,0003	0,990	0,00009	0,334	»	0,656	66,2
Tiges »	0,1259	0,0013	1,042	0,0012	0,998	0,044	nul	4,2
Feuilles »	0,1025	0,0009	0,902	0,0008	0,783	0,047	0,072	13,2
Plante totale »	0gr,2577	0gr,0025	0,97	0gr,00209	0,81	0,04	0,12	16,4
7 juin. Début de la floraison.								
Racines	0,2122	0,0058	0,276	0,00058	0,276	nul	nul	0
Tiges	0,8081	0,0044	0,553	0,0042	0,521	nul	0,032	5,8
Feuilles	0,7057	0,0053	0,760	0,00525	0,759	0,007	nul	1,0
Inflorescences	0,1540	0,0018	1,200	0,0014	0,922	0,032	0,246	23,1
Plante totale	1gr,8800	0gr,01198	0,604	0gr,0148	0,511	0,005	0,093	15,4
24 juin. Fin de la floraison.								
Racines	1,413	0,0022	0,162	0,0015	0,107	nul	0,055	34,1
Tiges	6,219	0,0343	0,552	0,0144	0,232	nul	0,320	57,9
Feuilles	3,032	0,0245	0,810	0,0221	0,732	nul	0,078	9,6
Inflorescences	3,515	0,0234	0,667	0,0165	0,470	0,0012	0,197	29,5
Plante totale	14gr,179	0gr,0844	0,595	0gr,0545	0,383	0,001	0,212	35,6
15 juillet. Fructification.								
Racines	0,715	0,0012	0,173	0,0007	0,099	»	0,074	42,6
Tiges	4,309	0,0118	0,274	0,0110	0,255	»	0,019	6,8
Feuilles	0,878	0,0090	1,026	0,0089	1,021	»	0,005	0,4
Inflorescences	6,609	0,0421	0,638	0,0326	0,495	»	0,143	22,4
Plante totale	12gr,511	0gr,0641	0,512	0gr,0532	0,425	»	0,087	17,0

» D'après ces chiffres :

» 1° La plante s'enrichit sans cesse en soufre jusqu'à la floraison; la proportion relative de cet élément étant d'ailleurs plus forte d'un tiers environ pendant la première période de la végétation.

» 2° Le soufre à l'état de composés organiques atteint un maximum pendant la floraison, puis il décroît; les choses se passent comme si les sulfates empruntés au sol étaient réduits au début, puis régénérés, après la floraison, par suite d'une oxydation interne. Toutefois, ceci suppose que le soufre est emprunté entièrement au sol sous forme de sulfates; tandis qu'une partie pourrait bien être empruntée directement aux composés organiques sulfurés, que le sol contient en abondance.

» 3° Ce qui vient à l'appui de la dernière opinion, c'est que le soufre organique se trouve en grande quantité dans les racines, sauf au début de la floraison. Vers la fin de la floraison, il abonde à la fois dans les racines et dans les tiges.

» Dans l'*Urtica dioica,* en juillet, il n'y avait également que des sulfates dans la tige; tandis que les racines et les feuilles contenaient du soufre organique, à dose à peu près égale.

» Dans la *Sinapis alba,* le soufre organique est resté faible dans les feuilles, à partir de la floraison; mais au contraire très notable dans les inflorescences, pendant la fructification aussi bien que pendant la floraison.

» 4° Le soufre, dans les composés volatils, est toujours très faible et ne se manifeste que jusqu'à la floraison complète. Toutefois cette dose faible, constatée au moment de l'analyse, pourrait fort bien répondre à une élimination notable, lorsqu'elle se poursuit chaque jour, avec le cours du temps.

» Nous donnons ces résultats pour montrer la signification des chiffres du Tableau précédent; mais ils réclament de nouvelles études, avant qu'il soit permis de les généraliser. Signalons très brièvement les résultats obtenus avec les autres plantes.

» 4° La répartition du soufre dans la graine sous les deux formes est très variable avec les espèces. Ainsi, dans l'*Avena sativa,* presque tout le soufre est à l'état organique, sauf une trace de sulfate; tandis que dans le Lupin blanc il n'y a que 6,7 centièmes de soufre organique sur le soufre total.

» 5° L'existence d'un maximum de soufre organique au moment de la floraison, observée dans la *Sinapis alba* (35,6 centièmes, puis 17 à la fin), a été constatée également dans la *Camelina sativa* (32 centièmes, puis 17 à la

fin); dans le *Tropæolum majus* (9 centièmes, puis 2,9 à la fin); dans l'*Allium cepa* (22,5 centièmes, puis 1,8 à la fin); dans l'*Avena sativa* (8,3 centièmes, puis 1,4 à la fin); dans le *Lupinus albus* (9,5 centièmes, puis 1,0 à la fin). Ce phénomène paraît donc offrir une certaine généralité : l'appauvrissement final de la plante en soufre organique paraissant dû à la fois à l'élimination d'une partie de celui-ci sous forme de composés volatils, et à la réoxydation accomplie pendant la période de fructification. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et animés de mouvements très rapides;* par M. **Daubrée.**

TROISIÈME PARTIE. — Application a la perforation et au striage de roches, a leur concassement, au transport de leurs débris et a leur apparente plasticité.

« Les perforations si énergiquement ouvertes par les gaz doués de très fortes pressions et animés de très grandes vitesses, sorte d'imitations des cheminées diamantifères (1) et des canaux volcaniques (2), ne sont pas les seuls résultats expérimentaux qui trouvent à s'appliquer directement à l'interprétation des phénomènes naturels.

» J'ai montré antérieurement comment, en même temps que des perforations, se produisent des cassures, des érosions et des stries, dont la ressemblance avec certains accidents des roches est évidente. A ce quadruple point de vue, on me permettra d'abord d'ajouter un complément de détails qui résultent de nouvelles expériences.

» *Érosions et perforations.* — Il n'est pas nécessaire de pressions aussi élevées que celles qui avaient été d'abord mises en jeu pour perforer le granite : un résultat également très caractéristique a été obtenu avec un chargement de coton-poudre à la densité de 0,1, c'est-à-dire avec une pression d'environ 1100^{atm}, comme celle qui a été employée dans la plupart des autres expériences. Un cylindre de granite, coupé par un plan diamétral en deux parties qui avaient été serrées l'une contre l'autre au moyen d'une ligature en cuivre, a été profondément excavé sur toute sa longueur par un canal irrégulier, s'épanouissant dans le plan de séparation et qui, dans ce sens, a pénétré jusqu'à la surface par deux ramifications; l'orifice

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 767.
(2) Même Volume, p. 857.

d'entrée s'étend à peu près sur tout le diamètre du cylindre et la sortie se rétrécit en se partageant en trois ramifications distinctes, séparées par deux espèces de *ponts*. Le cylindre, qui pesait $27^{gr},35$, a perdu $6^{gr},10$.

» Il peut être intéressant d'ajouter qu'un autre cylindre de granite soumis à la même épreuve a subi une perforation tout à fait semblable à celle qui vient d'être décrite.

» En substituant aux deux cylindres précédents, dont la hauteur excédait notablement le diamètre, une rondelle ou cylindre déprimé suivant son axe, on voit la forme de la perforation se modifier et tendre vers celle de deux cônes réunis par leur sommet.

» Il en a été de même pour une rondelle taillée dans une météorite de la chute de Pultusk.

» Les gaz ont mordu non moins énergiquement sur un cylindre également déprimé de cristal de roche et pourvu suivant son axe d'une très fine perforation; les gaz ont creusé à leur sortie un cône régulier d'arrachement, ayant à sa base un diamètre de 12^{mm} et un angle au sommet de 65° (¹).

» Pour les cylindres d'acier et de fonte, et contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, les érosions n'ont pas été aussi énergiques que pour le granite et les autres roches pierreuses. Ce fait est peut-être en relation avec la grande conductibilité de ces métaux, qui soutirent beaucoup plus rapidement que les roches pierreuses la chaleur qui leur est appliquée.

» Peut-être les formes de tous les canaux de perforation que l'on a obtenues avec les explosifs seraient-elles plus régulières encore, si le mouvement des gaz qui les ont creusés avait été moins rapide et moins tumultueux.

» *Stries et cannelures de frottement : résultats produits à des pressions relativement faibles par la vapeur d'eau.* — Comme on l'a vu antérieurement, quand les gaz, au lieu de concentrer leur action en forant un canal, se déversent suivant des surfaces étendues, leurs effets érosifs se traduisent par des stries et des cannelures qu'ils creusent énergiquement sur ces surfaces, avec des courbures et des formes qui accusent la nature de leurs mouvements.

» Par analogie avec ce que nous voyons d'ordinaire, j'avais d'abord pensé que les gaz gravent ainsi les roches, à l'aide des particules solides qu'ils leur arrachent et « dont ils se servent comme de burins ».

(¹) On a eu soin de faire coïncider l'axe optique avec l'axe du cylindre.

» Mais un examen plus complet montre qu'un intermédiaire solide est loin de leur être indispensable. En effet, c'est *aussitôt leur arrivée sur la roche* qu'ils l'entament, pour y produire des stries et des cannelures. Ainsi, pour le cylindre siliceux qui était coupé en quatre secteurs rectangulaires, chacune des huit arêtes encadrant l'orifice en forme de croix par laquelle les gaz se précipitaient, a été fortement ébréchée, émoussée, striée et cannelée, dans le sens même du courant gazeux; puis, à partir de ces arêtes d'entrée, chacune des huit faces, en forme de rectangle allongé, a été rayée sur toute sa longueur par des stries très nettes, les unes rectilignes, d'autres infléchies, qui s'étendent sur toute la longueur, mais en s'atténuant graduellement. Du côté de l'orifice de sortie, les arêtes sont restées vives.

» D'après ces effets, il paraît que, au point de vue du frottement, les fluides se comportent tout autrement que les solides et que leur vitesse intervient d'une manière extrêmement énergique.

» A leur arrivée sur chaque arête, les gaz agissent non seulement par frottement, mais encore et surtout par choc.

» La surface des diamants noirs de la variété *carbonado* présente souvent des stries parallèles très remarquables, qui peuvent avoir été produites par leur frottement mutuel, ainsi que je l'ai montré par l'expérience ([1]). Nous voyons cependant qu'il y a une autre origine possible pour ces stries, ainsi que pour celles dont sont burinées les parois des diatrèmes diamantifères de l'Afrique du Sud.

» Il n'est pas besoin de vitesses aussi grandes que celles qui sont mises en jeu au moyen des explosifs pour produire des érosions considérables : avec l'aide du temps, des gaz fonctionnant dans des conditions incomparablement moins exceptionnelles parviennent à des résultats qui méritent d'être pris également en considération par le géologue. Les détériorations que subissent accidentellement certaines pièces de machines à vapeur en offrent des preuves.

» Dans les chaudières, des fuites *rasantes* entre les tôles peuvent couper la tôle sur toute son épaisseur : le bronze le plus sain n'échappe pas lui-même à cette action mécanique. Deux papillons en bronze placés sur un tuyau d'écoulement de vapeur à 7^{atm} de pression ont été cannelés et striés profondément dans des parties voisines de l'axe, où la vapeur éprouvait

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1277, 1877; *Géologie expérimentale*, p. 378; 1877.

beaucoup de difficulté à s'écouler : ce sont des coupures comparables à des *coups de lime* ou à des *traits de scie*.

» Un clapet, placé aussi sur une canalisation de vapeur à 7^{atm} de pression, a été également attaqué, dans tous les points où la forme de la pièce dirigeait de préférence le courant gazeux. Tels sont : 1° les trois angles rentrants formés sur le corps plat du clapet par les trois arêtes qui servaient de guidage; 2° l'extrémité des ailettes sur la circonférence du clapet, en trois régions où la vapeur était dirigée par les trois paires d'angles dièdres rentrants dont on vient de parler et qui ont été coupés *au vif*, comme à la scie; 3° la douille destinée à recevoir la tige de manœuvre du clapet qui montre des érosions plus singulières encore : en face des entailles découpées par la vapeur dans le siège conique et dans le même alignement, cette vapeur s'est ouvert trois issues qui ont pénétré jusqu'à l'intérieur de la douille; 4° le siège conique qui montre suivant les génératrices du cône des séries de cannelures, si nombreuses, qu'elles rappellent l'aspect d'un cône de papier qu'on aurait plissé (1). Toutes ces coupures se sont produites alors que la température de la vapeur était inférieure de plus de 700° au point de fusion du bronze.

» Il importe de remarquer que, sur toutes ces entailles, le métal a acquis, par l'influence du frottement, le même poli que lui donnerait un émeri fin, et auquel est évidemment étrangère toute action chimique.

» *Fusion, étonnement et autres effets de la chaleur instantanée présentés par diverses substances, naturelles ou artificielles, telles que le granite, les verres et les météorites.* — Dans les expériences dont il s'agit, malgré l'extrême rapidité de leur action sur les roches, les gaz déterminent, en général, une fusion sur les surfaces qu'ils lèchent. Il ne faut pas oublier, en effet, que leur température est d'environ 2500° au moment de l'explosion.

» A la surface du granite, le feldspath se fond en globules blancs, ressortant en saillie, ainsi que les lamelles de mica qui ont été ramollies. Quant aux grains de quartz qui, nécessairement, ont résisté à la fusion, ils paraissent creusés, comme par une érosion, rappelant un peu celle qu'y produirait de l'acide fluorhydrique. L'échauffement brusque de leur surface, en déterminant une dilatation très inégale, détache des esquilles comme par une sorte d'*étonnement*. C'est un fait analogue à celui qui s'est

---

(1) Je suis redevable de la Communication de ces deux pièces à l'obligeance de M. Liébaut.

produit dans des expériences où j'ai perforé le quartzite, à l'aide du chalumeau aux gaz hydrogène et oxygène (¹).

» Sur les parois des fissures de la fonte qui donnent passage aux gaz, on a obtenu des bourrelets annonçant un ruissellement de la matière fondue, et qui, pour ainsi dire, dessinent le trajet du courant érosif. Ce résultat est comparable à ceux que présente la croûte de beaucoup de météorites, surtout de celles dont la masse admet des feldspaths ou d'autres minéraux fusibles.

» Des gouttelettes transparentes, ressemblant à une sorte de rosée vitreuse, couvrent les surfaces du verre et du cristal soumis aux gaz de l'explosion. Cette rosée est composée de petits globules, réunis entre eux par une substance générale qui est transparente et remplie de myriades de bulles gazeuses ; cette sorte d'écume agit faiblement, en quelques parties, sur la lumière polarisée, sans doute à la suite de la trempe qu'a subie cette pellicule externe.

» En certaines portions, la matière vitreuse est striée de façon remarquable, parfois avec une disposition pennée, qui tient au moulage des sillons creusés dans le cristal par le passage des gaz. Les surfaces d'éclatement du cristal présentent, en effet, des configurations très singulières dont une description sans figure ne saurait donner une idée complète. En quelques points se signalent des polygones juxtaposés, à la façon des cellules d'un gâteau de miel, dont la dimension moyenne est de $1^{mm},5$, polygones se présentant comme les bases de pyramides concaves, à faces courbes et très surbaissées. A leur sommet se présente très fréquemment une sorte d'ombilic ou cupule hémisphérique très singulière.

» Contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, les nombreux fragments en lesquels ces cylindres de verre et de cristal ont été réduits ne présentent pas d'indice de double réfraction : on en doit conclure qu'ils n'ont pas subi de trempe, bien qu'il y ait eu des effets de fusion superficielle et d'étonnement ; sans doute l'action de la chaleur a été trop rapide. C'est peut-être pour la même cause que le quartz perforé a conservé sa double réfraction normale, d'après l'examen que M. Des Cloizeaux a bien voulu en faire.

» Pour les météorites, l'injection des gaz y a déterminé un aspect tout

(¹) *Annales des Mines*, 5ᵉ série, t. XIX, p. 23 ; 1861.

nouveau. De toutes parts, la roche s'est noircie, et non seulement à sa surface, mais dans des parties très profondes. En d'autres termes, il s'y est développé des veines noires, du même genre, d'ailleurs, que celles dont la pierre était déjà pourvue, mais bien plus larges et en bien plus grand nombre.

» Des lames minces coupées en diverses directions et étudiées au microscope montrent que ce noircissement est *identique* à celui que détermine l'application de la chaleur rouge sur la roche météoritique, et qu'on peut en résumer tous les caractères en disant que la substance, d'abord grise, qui fait le fond des pierres des types les plus communs, s'est transformée dans la substance noire qui fait le fond des pierres de Tadjera et de Koursk, conformément aux résultats antérieurement signalés par M. Stanislas Meunier.

» Au point de vue de la forme des zones noires artificiellement produites, l'expérience fournit des documents nouveaux.

» Ainsi, chacune des parois d'une même fissure noircie est pourvue d'une marge noire, bien plus nettement délimitée qu'on ne l'a jamais constaté dans les météorites naturellement marbrées. Cette circonstance vient sans aucun doute de ce que l'échauffement, lors de l'explosion expérimentale, est incomparablement plus subit et moins prolongé qu'il ne l'a été dans la nature.

» Mais cette différence si sensible pour les marbrures se change en identité pour l'écorce externe, et l'on peut dire avec assurance que le cylindre de la pierre de Pultusk soumis à l'explosion a procuré la première reproduction artificielle de la croûte noire des météorites. Celle-ci, comme on sait, consiste en matériaux noircis, mais *non fondus*, tellement que les météorites entièrement noires, comme celle de Tadjera, ne possèdent jamais de croûte. En outre, dans la météorite naturelle, elle est nettement limitée à une profondeur qui témoigne de l'épaisseur de la zone où la chaleur développée pendant le trajet atmosphérique a vaincu le froid dont la masse cosmique était comme imprégnée. La soudaineté du coup de feu dans l'éprouvette a reproduit des conditions parallèles, et tous les caractères de la croûte se trouvent ici exactement imités.

» L'excessive vitesse des filets gazeux subitement engendrés par les explosifs et leur énorme température expliquent aisément l'énergie des effets calorifiques produits en quelques dix-millièmes de seconde et qui viennent d'être successivement décrits dans ce paragraphe.

» *Formation et transport de débris : menus fragments et poussières; application aux phénomènes naturels et spécialement à l'histoire des poussières cosmiques et de celles qui abondent dans les régions abyssales de la mer.* — Comme contre-partie des érosions et des perforations qu'ils causent, les gaz produisent une quantité de débris qu'ils emportent au dehors. Une feuille de carton enduite de vaseline, qui était placée à $1^{m},40$ au-dessus de l'orifice de sortie de l'éprouvette et maintenue au moyen d'une planche arc-boutée, servait à recueillir une partie de ces projections. Celles-ci, suivant leur grosseur, subissent une sorte de triage qui les distribue sur la surface adhésive suivant des cercles concentriques. Les grains les plus grossiers perforent le carton et même la planche de support; quant aux parties les plus ténues, elles sont partiellement emportées au loin par les gaz qu'elles rendent opaques.

» L'examen des poussières retenues sur la feuille de carton, que M. Stanislas Meunier a bien voulu faire, mérite d'être résumé.

» Dans la poussière produite lors de la trituration des roches par le violent passage des explosions gazeuses, on distingue au microscope des grains de deux catégories différentes. Les uns ne sauraient être distingués de ceux que donne la simple pulvérisation mécanique; les autres ont un caractère spécial qui paraît en rapport intime avec les conditions particulières de l'expérience. Par exemple, dans le cas du granite, les trois minéraux constituants : quartz, feldspath et mica, se retrouvent avec tous leurs attributs. Mais, en outre, on est frappé de rencontrer des petites sphères parfaites ou presque parfaites, absolument opaques et noires ou peu translucides et brunâtres, dont la surface est luisante et qui parfois présentent un petit goulot bien caractéristique : ce sont, sans aucun doute, des produits de fusion.

» On retrouve des éléments identiques dans la poussière dérivant de roches très diverses soumises à l'expérience, telles que les calcaires, et même dans celle de la porcelaine ou de la terre à poteries, mais en nombre variable et avec des dimensions différentes dans chaque cas.

» Cette dernière circonstance montre que si l'acier de l'éprouvette peut donner lieu lui-même par combustion à quelques globules, ce qui est fort douteux comme on le verra plus bas, la plupart ont réellement pour origine la roche en expérience.

» Il est impossible de contester l'identité de ces globules avec ceux qui existent en si grande abondance dans les poussières atmosphériques, qu'on a signalés à tant de reprises dans les vases actuelles des mers profondes et

qui pullulent dans un si grand nombre de sédiments de tous les âges, depuis les argiles albiennes du puits de Grenelle jusqu'aux grès paléozoïques de Villedieu ([1]).

» Jusqu'ici l'opinion générale, la seule que l'on pût avoir, a été de rattacher l'origine de ces globules à l'arrivée dans l'atmosphère de masses cosmiques; et l'on peut ajouter aujourd'hui aux arguments déjà présentés à l'appui de cette thèse, les résultats fournis par la trituration gazeuse des roches météoritiques : la poussière qu'a donnée expérimentalement un cylindre de la pierre tombée du ciel en 1868, à Pultusk, montre en effet d'innombrables globules associés aux éclats de péridot et d'enstatite, ainsi qu'aux granules métalliques ayant conservé leur forme ramifiée et même souvent leur adhérence avec des minéraux lithoïdes.

» Cependant, ce qui précède fait voir que les roches terrestres, de même que les météorites, et sur une plus vaste échelle, peuvent engendrer les globules qui nous occupent.

» On peut même pour celles-ci en saisir, pour ainsi dire, l'origine sur le fait. Sur la paroi interne des diatrèmes ou canaux ouverts par les gaz dans les cylindres de granite, on voit qu'à côté du quartz qui a été écaillé par décrépitation, le mica et le feldspath ont pris, à des degrés divers et avec une intensité inégale suivant les points, un état visqueux ou fluide qui les a étalés sous forme de vernis. Ce vernis a, çà et là, été arraché par le courant gazeux en minces pellicules dont on voit les attaches et qui ont été projetées dans l'air, en globules fondus, bientôt refroidis et consolidés.

» Pour bien élucider la suite de leur histoire, il est commode, comme l'a fait M. Stanislas Meunier, de substituer aux matériaux réfractaires des roches quelque corps très fusible, et l'on reconnaît alors que la capillarité intervient pour transformer, en effet, les pellicules fondues dont nous venons de voir le point de départ en petits balonnets creux, souvent tubulés comme les globules naturels.

» Ainsi, en lançant dans l'eau froide le contenu d'une pipette à orifice capillaire remplie de stéarine fondue, ou de cire à cacheter, ou d'un mélange de ces deux substances, on produit des myriades de petites sphérules, ayant tous les caractères de forme de celles qui nous occupent et reproduisant aussi, malgré la différence de substances, toutes les allures

---

([1]) Stanislas Meunier et Gaston Tissandier, *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 450; 1878.

des globules résultant de la combustion du fer dans l'air ou du choc du silex sur l'acier du briquet. Leur forme est, en général, d'autant plus sphérique que leur diamètre est plus réduit; mais on peut arriver à en produire de fort grosses, c'est-à-dire ayant plusieurs millimètres et, dans ce cas, très faciles à étudier.

» En résumé, sans contester, et bien au contraire, que l'arrivée des météorites dans l'atmosphère contribue à la production des globules brillants dont abondent les sédiments aériens et aqueux, il convient de bien établir que le phénomène terrestre de l'ouverture des diatrèmes intervient très activement pour sa part. Les sphérules concomitantes à l'érosion gazeuse des granites et des autres roches, lancées dans l'atmosphère, aux vertigineuses altitudes où parviennent les fines déjections volcaniques, peuvent être soutenues en l'air fort longtemps et retomber à des distances quelconques. A l'appui de cette opinion, il faut rappeler que, dans le bassin des mers, les corpuscules dont il s'agit, et que MM. Renard et Murray n'hésitent cependant pas à rattacher à une origine extra-terrestre, sont, en général, toujours associés à ces produits nettement volcaniques, si abondants dans le fond de tous les océans et qui semblent être là tout exprès pour trahir leur véritable origine.

» On peut noter ici que, à l'inverse des roches précédentes, le quartz hyalin n'a fourni qu'une poussière anguleuse, complètement dépourvue de globules.

» La poussière impalpable produite par l'érosion gazeuse des cylindres de fonte et d'acier n'a montré, contrairement à ce qu'il semblait bien légitime de supposer, que des grains très anguleux ou à peine arrondis et pas du tout de sphérules. La matière est d'ailleurs à peine oxydée, comme en témoigne son action précipitante sur les sels de cuivre, et cet état donne peut-être la raison de sa différence de forme avec les poussières globulifères atmosphériques qui paraissent dériver, au moins pour une faible part, de la combustion dans l'air de masses de fer météoritiques.

» L'expérience explique encore que les formes anguleuses des fragments de certaines brèches éruptives, telles que celles des blocs cristallifères si connus de la Somma, et particulièrement celles des *lapilli,* peuvent être dues, non-seulement à la friction des roches solides dans la cheminée volcanique, comme on l'a supposé, mais aussi à la seule action des fluides élastiques, dont la puissance brisante est énorme. Il en est de même des poussières d'une extrême ténuité, que l'on désigne improprement sous le nom de *cendres volcaniques,* par exemple pour celles que le Krakatau, en

1883, a vomies en si prodigieuse abondance que l'atmosphère terrestre tout entière en a été salie des mois durant. Toutes ces poussières ont leurs analogues dans les poudres, absolument impalpables, formées dans ces expériences par les explosifs, aux dépens de toute espèce de roches.

» Il convient donc de tenir grand compte en géologie de cette puissance de transport des gaz. Ainsi l'arrivée possible vers le jour de poussières de natures diverses émanant des profondeurs peut simuler une volatilisation.

» *Broyage et moulage de la roche repassée à l'état solide; apparente plasticité; applications possibles à divers effets mécaniques exercés sur les roches, dans l'épaisseur de l'écorce terrestre.* — Dans plusieurs cas où la roche, gypse, marbre, granite ou météorite, avait été complètement broyée par le courant gazeux qui l'avait traversée, la poussière dont les éléments se sont réagglutinés s'est exactement *moulée* dans le logement où était placée la roche, de façon à prendre contre l'acier un poli spéculaire, comparable à celui de la monnaie qui a subi le choc du balancier. La délicatesse de ce moulage par pression ressort aussi de l'empreinte, saisie par la roche, des stries concentriques que le travail au tour avait gravées sur des rondelles d'acier, ainsi que des fils de cuivre qui cerclaient les cylindres de marbre. En se régénérant, la roche s'est comportée d'une manière qui simule la plasticité de la glace dans les expériences de Tyndall.

» Pour le calcaire marbre, le grain saccharoïde s'est sensiblement atténué, en même temps que la roche, de translucide qu'elle était, est devenue opaque. Ce que la simple vue à la loupe faisait supposer est confirmé par l'examen de plaques minces au microscope; la roche, après avoir été broyée en très menus fragments, a immédiatement repris de la cohésion. A la base d'un cylindre ainsi comprimé, on est frappé par l'éclat spéculaire de la substance, devenue transparente et active sur la lumière polarisée et qui rappelle un large clivage cristallin.

» Le granite a souvent peu perdu de sa cohésion et, au premier abord, il a conservé son aspect. Cependant l'examen microscopique d'une lame mince montre qu'il a subi un broyage; ses éléments ont été réduits en très petits fragments. Quelques-uns de ceux-ci, pulvérisés, renferment à l'état d'inclusion des bulles gazeuses qui sont sans doute des produits de l'explosion. D'après l'examen que M. Michel Lévy a bien voulu en faire, les fissures provoquées par l'explosion traversent tous les éléments, mais se multiplient au passage du quartz et des feldspaths; elles ne paraissent pas très déviées par les directions de clivages faciles. Dans les micas, il y a parfois torsion des feuillets, le long des cassures.

» De même que le granite, la météorite ainsi broyée s'est régénérée et a sensiblement repris sa cohésion primitive.

» Après l'expérience, le calcaire ainsi moulé présente une schistosité concentrique à l'axe du cylindre : il en est de même du granite. Ces résultats s'expliquent par les expériences qui ont imité les conditions où se produit la structure schisteuse ([1]). En effet, c'est seulement par écoulement que ces roches ont pu se mouler, comme nous venons de le voir.

» Quand on se reporte aux énormes pressions que les roches ont subies dans l'écorce terrestre, lors des ploiements auxquels elles ont été si souvent soumises, on doit supposer qu'elles ont été bien souvent concassées et ressoudées, de manière à dissimuler une pulvérisation, comme nous venons de le dire.

» Pour voir si, dans ces conditions, c'est-à-dire sous le choc développé par une pression de 2400^{atm}, la roche, sans se pulvériser, ne peut pas se déformer par une sorte de ductibilité comparable à celle des *crusbers* de cuivre qui servent de manomètres, j'ai soumis un cylindre de marbre de Carrare plein, c'est-à-dire sans fissure préalable, à une charge de densité de 0,2, par conséquent double de celles qui ont été employées dans la plupart des expériences. Dans ce but, des sillons en croix, d'une profondeur de $0^{mm},3$, ont été pratiqués sur l'une des bases, ainsi que sur le côté du cylindre. Le bruit intense qui s'est produit à la suite de l'explosion a immédiatement averti que, malgré le bouchon plein constitué par la roche, les gaz s'étaient fait jour en le brisant. D'ailleurs, le carton adhésif était criblé de poussières et de grains projetés en dehors, dont quelques-uns l'avaient traversé.

» En effet, le cylindre massif de marbre avait été perforé suivant son axe par un canal dont le diamètre moyen se rapprochait de celui de l'obturateur de cuivre et de l'enclume d'acier. En outre, il s'était exactement moulé sur les parois cylindriques et sur les bases du logement, en leur empruntant le poli, l'éclat métallique et les stries fines provenant du travail au tour. Les dimensions du cylindre s'étaient donc considérablement modifiées : le diamètre s'était accru de $21^{mm},1$ à 24^{mm}, et la hauteur réduite de $30^{mm},7$ à 24^{mm}. Les sillons creusés à l'avance étaient complètement effacés.

» On a donc ici un nouvel exemple de broyage et de régénération de la roche à l'état cohérent, par le fait d'une apparente plasticité. Dans ces

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 710 et 798.

expériences, les conditions sont bien plus favorables à une soudure que lorsque l'air s'interpose nécessairement entre les grains d'une poussière; la roche se reconstitue *instantanément*, c'est-à-dire avant même que les gaz de l'explosion aient toujours le temps de s'insinuer entre les éléments. D'ailleurs bien que la chaleur contribue certainement au résultat, on n'aperçoit dans les éléments réagglutinés aucune trace de fusion.

» Ce qui est aussi à remarquer, c'est que, lors même qu'une voie étroite ne leur a pas été préparée par une fissure, les gaz eux-mêmes peuvent perforer un large canal de fuite, à travers la roche qui paraissait devoir s'opposer à leur passage.

» *Observation finale.* — La longue série des faits qui viennent d'être exposés, en témoignant de l'incomparable puissance des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et de mouvements très rapides, justifie l'application qu'on en peut faire à divers chapitres de l'histoire du globe.

» L'ouverture des canaux perforés ou *diatrèmes,* qu'ils soient diamantifères, volcaniques ou autres, le concassement des roches, leur régénération par une apparente plasticité, sous l'influence d'efforts mécaniques, le transport de leurs débris, menus fragments et poussières, ne représentent peut-être pas toutes les directions où la nouvelle méthode expérimentale pourra s'appliquer, et ce qui a été dit des météorites montre déjà qu'elle peut s'attaquer à un domaine plus vaste encore que celui de la Terre. »

BOTANIQUE. — *Contribution à l'histoire botanique de la Truffe. Deuxième Note :* Terfâs *ou Truffes d'Afrique (et d'Arabie), genres* Terfezia *et* Tirmania; par M. **Ad. Chatin.**

« On sait que l'Algérie, la Tunisie et le Maroc donnent lieu à une récolte abondante, surtout dans la région saharienne, d'un tubercule hypogé, sorte de Truffe, connu des Arabes, dont il alimente les caravanes pendant de longs mois, sous le nom de *Terfâs* (1). C'est aussi un Terfâs, voisin de ceux d'Afrique, qu'il m'a été donné de reconnaître dans des tubercules apportés au Liban par des caravanes venant du nord-ouest de

---

(1) On dit aussi *Torfaz, Torfes, Terfez.* J'adopte l'orthographe de mon savant ami, le voyageur Duveyrier.

l'Arabie. Nul doute que ce ne soit le Terfâs que Pline a désigné sous le nom de *Mizy, Mison,* que les Romains tiraient de Carthage et de Libye, que Desfontaines a nommé *Tuber niveum,* et Tulasne d'abord *Chœromyces*, puis *Terfezia Leonis.*

» Il est aujourd'hui admis qu'il n'y a qu'un Terfâs et qu'il est le produit du *Terfezia Leonis*. Or cette étude a pour objet d'établir qu'il existe au moins quatre sortes de Terfâs, dont une seule peut être rapportée au *Terfezia Leonis*, tel qu'il a été décrit et figuré par Tulasne. L'Afrique compte plusieurs Terfâs, comme nous avons plusieurs Truffes en France.

» Désireux d'étendre au Terfâs les recherches de Chimie et de Botanique auxquelles je me livrais sur les Truffes de France, je priai M. le Gouverneur général de l'Algérie, que j'avais eu l'honneur de compter parmi mes collègues au Comité consultatif d'Hygiène publique, où il représentait le Conseil d'État, de vouloir bien faire mettre à ma disposition, si possible, une certaine quantité de Terfâs. Grâce à l'obligeance de M. Tirman, je recevais sans retard du général de La Roque, commandant de la subdivision de Batna, un important envoi de Terfâs récoltés aux environs de Barika, dans le Hodna ([1]). Une provision de la terre des truffières était jointe aux tubercules. A ceux-ci, d'une petitesse tout exceptionnelle, en raison de la sécheresse de la saison, étaient mêlés deux tubercules plus blancs et plus gros que les autres.

» Un peu plus tard, à la demande de M. le professeur Battandier, d'Alger, je recevais de M. Bou-Median-Ben-Hafiz, pharmacien à Biskra, deux lots fort différents l'un de l'autre de Terfâs.

» L'un de ces lots était composé de petits tubercules entiers, semblables à ceux de l'envoi du général de La Roque, tandis que l'autre lot consistait en tubercules coupés en fragments et desséchés, paraissant avoir atteint le volume d'une orange. Il me fut aisé de reconnaître que les deux gros tubercules restés d'un blanc jaunâtre au milieu des petits tubercules devenus brunâtres de l'envoi de Barika étaient de même nature que les gros fragments de l'un des lots de Biskra.

» On comprend que ceux-ci, dans les années favorables à leur développement, puissent, suivant la légende rapportée par M. Duveyrier, être

---

([1]) « Le moment le plus favorable pour recueillir les *Torfès* dans le Hodna est le mois d'octobre. C'est à cette époque qu'on a le plus de chances d'en trouver beaucoup et de grosseur supérieure. » (Lettre de l'officier commandant à Barika.) — Nul doute que l'espèce d'octobre ne diffère de celle d'avril.

assez gros pour servir à la fois d'aliment et d'habitation aux Gerboises.

» Quoi qu'il en puisse être, voici les principaux caractères de ces deux sortes de Terfâs :

» 1. Petits Terfas (¹). — Ces Terfâs, qui composaient presque la totalité de l'envoi de Barika et l'un des lots de Biskra, sont de forme arrondie ou ovoïde, avec une sorte de court prolongement radicoïde ; la surface en est lisse, de couleur jaunâtre, ainsi que la chair, le tout *brunissant* par la dessiccation. Ce Terfâs, qui par la forme et la coloration rappelle le *Terfezia Leonis* de Tulasne, en diffère beaucoup par les spores.

» Si, en effet, celles-ci sont encore rondes et au nombre de huit dans les sporanges, elles s'en éloignent par leurs réticulations petites et irrégulières, surtout parce que leur surface n'est relevée que de *courts festons*, au lieu de porter les gros appendices en forme de *dents d'engrenage* qu'a figurés Tulasne. Par ses reliefs courts et mousses, ce Terfâs a de l'analogie avec les *Pachyphlœus* et *Hydnotria*, mais dans ceux-ci les relèvements de l'exospore sont encore plus accentués.

» La structure des spores éloignant beaucoup les petits tubercules de Barika du *Terfezia Leonis*, on est déjà conduit à admettre que le Terfâs n'est pas fourni par une seule espèce botanique, mais par deux espèces au moins.

» L'existence d'une troisième espèce, laquelle ne saurait même être rattachée au genre *Terfezia*, va ressortir de l'examen des gros tubercules coupés en morceaux, constituant l'un des envois de Biskra et représentés par deux spécimens au milieu des Terfâs de Barika.

» 2. Gros Terfas blanc. — Ce Terfâs, qui m'a été envoyé à l'état sec et divisé en morceaux formant l'un des deux lots de M. Bou-Median-Ben-Hafiz, présentait les caractères ci-après :

» Les tubercules, coupés en plusieurs fragments (de 4 à 8 ordinairement), ont pu atteindre, quelques-uns du moins, au volume d'une grosse orange. La forme a dû en être arrondie ou ovoïde, avec quelques bosselures et sinus.

» Le péridium, non relevé en verrues, est lisse et à peine teinté de jaune

(¹) La petitesse de ces tubercules, comprise entre le volume d'une noisette et celui d'une noix, est due, au rapport des Arabes, qui, cette année (1890), en ont pour ce motif négligé la récolte, à l'exceptionnelle sécheresse du printemps dans la zone saharienne. En certains lieux (Bou-Saïda, etc.), le Terfâs n'a même pas apparu, suivant M. Battandier.

(bien différent en cela des petits Terfâs qui *brunissent* par la dessiccation). La chair, comme le péridium auquel elle fait suite, est presque incolore.

» Les sporanges, moins arrondies généralement que celles du *Terfezia* et du *Tuber*, affectent plutôt la forme de poires, avec un fort appendice caudal qui rappelle celui des *Balsamia* et *Pachyphlœus*.

Les spores, au nombre de huit dans les sporanges comme cela a lieu pour le *Terfezia*, se différencient par ces deux caractères de grande valeur : elles sont oblongues et non rondes comme dans tous les *Terfezia;* elles sont *incolores* (même après dessiccation), ont leur surface unie et lisse, nullement réticulée ni tuberculeuse comme chez ceux-ci.

» 3. Terfas d'Arabie. — Ayant eu l'occasion d'examiner un tubercule sec faisant partie de collections rapportées du Liban, et qui aurait été récolté au nord de l'Arabie, vers le pays des Wahabites, où il serait commun, recherché des caravanes, et souvent porté sur les marchés de l'Asie Mineure ([1]), je lui ai trouvé les caractères ci-après :

» Tubercule brunâtre, de la grosseur d'un petit œuf, ayant toute l'apparence des petits Terfâs d'Afrique.

» Les sporanges (par suite de vétusté ou de récolte faite longtemps après maturation?) étaient ouvertes et réduites à des débris. Les spores, libres, rondes, sensiblement plus colorées (en raison de leur vétusté?) que celles de Barika, sont un peu plus grosses et s'en distinguent surtout par les reliefs tubéroïdes plus nombreux, très pressés les uns contre les autres, plus saillants et à sommet coupé carrément au lieu d'être arrondi en feston.

» Par l'ensemble de ses caractères, le Terfâs d'Arabie appartient au genre *Terfezia* et ne diffère pas spécifiquement du petit Terfâs d'Afrique, dont il constitue toutefois une variété.

» On le voit, le Terfâs des Arabes appartient au moins à quatre Tubéracées bien distinctes, et il est probable que de nouvelles recherches viendront encore ajouter à ce nombre.

» Ces Tubéracées sont :

» 1. Le *Terfezia Leonis* de Tulasne ([2]);

([1]) C'est sans doute ce Terfâs qu'avait en vue Chabrée assurant qu'à Damas, dans la saison, il s'en consomme par jour la charge de dix chameaux. La manne des Hébreux était-elle autre chose que le Terfâs, si abondant au désert? Poser la question, c'est la résoudre, pensera-t-on, le Terfâs ayant d'ailleurs la coloration blanc-jaunâtre de la manne.

([2]) Que j'admets, bien qu'aucun des tubercules que j'ai reçus d'Afrique (et d'Arabie) ne réponde au dessin qu'il a donné des spores.

» 2. Les petits tubercules de Barika et de Biskra, pour lesquels je propose le nom de *Terfezia Boudieri*, dédiant l'espèce à mon ancien élève et savant collaborateur M. Emile Boudier;

» 3. Le Terfâs d'Arabie, que je rapporte, comme variété, au *Terfezia Boudieri* (¹);

» 4. Le gros Terfâs blanc, à spores oblongues et lisses, pour lequel je propose le nom générique de *Tirmania*, en reconnaissance de l'empressement mis par M. le Gouverneur de l'Algérie à faire recueillir des matériaux pour les présentes études; et, comme nom d'espèce, celui d'*africana*, qui rappelle l'habitat.

» Nul doute que, sans parler des très petites espèces de *Terfezia* (*T. berberidiodora, T. leptoderma, T. olbiensis, T. oligosperma*) observées dans le midi de la France et en Italie, on ne trouve encore en Afrique et au nord-ouest de l'Asie d'autres tubercules alimentaires aujourd'hui confondus par les Arabes de ces deux régions. Quoi qu'il en soit des distinctions spécifiques faites ou à faire, je rappelle qu'on a signalé le *Terfezia Leonis* (?) dans le sud et le sud-ouest de la France, en Espagne, en Italie vers Terracine, où il porte le nom de *Tartufo bianco*, en Sicile, en Sardaigne dont il est le *Tuvara de arena*. Par sa couleur et son volume, il y serait parfois confondu avec la grosse Truffe blanche de Piémont (*Tuber magnatum*), peut-être aussi avec le *Tuber Borchii*.

» Les centres d'aire des Terfâs sont, d'ailleurs, l'Afrique septentrionale, de Biskra à Tougourt, dans le M'zab, au sud d'El Golea, le Hodna, etc., en Tunisie et au Maroc, dans le nord-ouest de l'Arabie, toutes régions où ils entrent pour une part importante dans l'alimentation des populations, tant fixes que nomades. Le *Tirmania* est surtout commun dans le M'zab et vers Tougourt.

» Les Phanérogames regardées comme les nourrices des Terfâs ne sont pas de grands arbres, chênes, etc., comme pour nos Truffes, mais d'humbles Cistes et Hélianthèmes, couvrant à peine le sol, parmi lesquels on compte, avec l'*Helianthemum tuberaria*, dont le nom spécifique a voulu rappeler qu'*il vient dans les champs de Truffes* (²), les *Cistus halimifolius*, *ladaniferus* var. *halimioides*, *salicifolius*, *montpelliensis* et *salvifolius*, ces

---

(¹) Ce Terfâs a été vu par Tulasne, qui le prit à tort pour le jeune âge de son *T. Leonis*. On peut conjecturer que le Terfâs d'Arabie se retrouvera en Afrique, et, réciproquement, le Terfâs d'Afrique en Arabie.

(²) Proposition à renverser, attendu que ce sont les Truffes ou Terfâs qui viennent dans les champs de Cistes.

deux derniers les plus répandus en Algérie, Tunisie, Maroc, comme dans toute l'Europe méridionale.

» Ces diverses Cistinées sont généralement désignées par les Arabes sous les noms de *Touzzal, Touzzala, Haleb* et, par les Kabyles, sous celui d'*As-r'ar*.

» M. Letourneux a cité spécialement comme plante à Terfâs l'*Helianthemum guttatum;* mais la justesse de cette indication paraîtra, jusqu'à vérification, douteuse, si l'on considère qu'il s'agit ici d'une très délicate plante annuelle, dont la végétation n'a qu'une durée de deux à trois mois au plus, ce qui est peu en rapport avec le rôle de nourrice qu'on ne saurait refuser aux végétaux des truffières.

» Comme aliments, les Terfâs que j'ai pu examiner se recommandent par une saveur agréable et une odeur douce, que je comparerais volontiers à celles du Mousseron, l'un de nos meilleurs Champignons.

» L'Afrique a de faux Terfâs, comme nous avons de fausses Truffes; tel est un *Hymenogaster* récolté par M. le professeur Trabut, dans un bois de cèdres, à Sidi-Abdelkader, au-dessus de Blidah. Je propose pour cette Tubéracée, de la grosseur d'un œuf de pigeon et bien caractérisée par les petites tubérosités des spores disposées en lignes longitudinales, le nom d'*Hymenogaster Trabuti.* »

BOTANIQUE. — *Description et emploi des Eucalyptus.* Note de M. **Ch. Naudin.**

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie (1) n'est pas volumineux, c'est une simple brochure de moins de 80 pages, et cependant il m'a fallu une dizaine d'années pour en préparer les matériaux. Cette lenteur n'étonnera pas les botanistes qui savent combien il est parfois difficile de déterminer les espèces dans les grands genres, surtout quand il s'agit d'arbres exotiques, toujours incomplètement représentés par des échantillons d'herbier. Ce qui en accroît la difficulté pour les *Eucalyptus*, c'est l'étrange variabilité des espèces, les entre-croisements de leurs caractères et les changements de figure des individus eux-mêmes, à

(1) Charles Naudin, *Description et emploi des Eucalyptus introduits en Europe, principalement en France et en Algérie.* Second Mémoire. J. Marchand, 1890; br. in-8°.

mesure qu'ils avancent en âge. Il en est résulté une extrême confusion dans les travaux des eucalyptographes, devenus par là à peu près inutiles. Une seule monographie fait exception : c'est celle du baron Ferdinand Müller, de Melbourne, qui, placé au centre de la région des *Eucalyptus,* a pu les observer à loisir dans tout leur développement. Son travail est jusqu'ici le seul sérieux, le seul qu'on puisse consulter avec profit.

» Observer à l'état vivant les *Eucalyptus* introduits en Europe, les suivre depuis la germination des graines jusqu'à l'âge adulte, noter les variations qui se produisent dans le cours du temps, telle est la tâche que j'ai entreprise. Le climat de la Provence permettant d'en cultiver un grand nombre à l'air libre, j'en ai profité pour réunir à la villa Thuret, près d'Antibes, une collection qui est probablement la plus vaste de l'Europe. Elle contient en ce moment quatre-vingts espèces, ce qui est à peu près la moitié du nombre total qu'on suppose exister.

» Cette manière de procéder est nécessairement lente. Il faut aux arbres plusieurs années pour croître, fleurir, fructifier, devenir adultes en un mot, et permettre à l'observateur de les suivre dans toutes les phases de leur développement. Telle est la cause qui a retenu si longtemps la publication de ce Mémoire, encore n'embrasse-t-il pas la totalité des espèces de notre collection, dont plusieurs ne sont pas encore en âge de fleurir et de fructifier.

» Au simple point de vue botanique, les *Eucalyptus* offrent un grand intérêt, non seulement par la structure de leurs fleurs, mais aussi par ce fait, qu'ils appartiennent à peu près tous au continent australien et aux îles qui s'y rattachent géologiquement, comme si leur création avait eu lieu dans cette aire relativement restreinte. Leurs analogies, si frappantes malgré les différences spécifiques, suggèrent l'idée que toutes ces formes sont dérivées d'un prototype unique, postérieurement à la séparation de l'Australie du continent asiatique. Mais, outre cet intérêt d'ordre spéculatif, les *Eucalyptus* en ont un autre qui nous touche de plus près, dans les services matériels qu'ils sont appelés à nous rendre. La plupart sont des arbres forestiers de valeur, dont quelques-uns croissent avec une merveilleuse rapidité et peuvent, dans un temps relativement fort court, fournir en abondance d'excellents bois de construction, en même temps que du combustible, partout si nécessaire.

» Il y aurait un avantage incontestable pour tous les pays de l'Europe méridionale, si appauvris de forêts depuis des siècles, d'y faire de vastes plantations d'*Eucalyptus,* mais cet avantage serait surtout apprécié dans

notre colonie transméditerranéenne, quand il s'agira de doter de chemins de fer le Sahara algérien, en attendant qu'on les pousse plus loin vers l'intérieur de l'Afrique. Qu'on songe à l'énorme quantité de bois qu'il faudra employer en traverses et en poteaux télégraphiques, sans parler même des autres besoins d'une telle exploitation! Elle ne serait possible d'ailleurs qu'à la condition d'avoir en quelque sorte sous la main, c'est-à-dire à proximité, les matériaux nécessaires. Je ne sais si je me fais illusion, mais il me semble que des forêts d'*Eucalyptus*, créées artificiellement là où elles seraient possibles, en choisissant les essences les plus recommandables par leur célérité à croître et les qualités de leur bois, aplaniraient bien des obstacles. L'opération, sans doute, rencontrerait des difficultés de plus d'une sorte ; mais quand on voit les merveilleux résultats qu'on a obtenus de la plantation de Pins maritimes dans les landes de Gascogne, jadis stériles et réputées impropres à toute culture, on est autorisé à ne pas désespérer du succès. Au surplus, les reboisements algériens s'imposent comme une nécessité; c'est une question vitale pour notre grande colonie, et on ne saurait les retarder sans compromettre de graves intérêts. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence des dissolvants sur le pouvoir rotatoire des camphols et des isocamphols. Étude des bornylates de chloral.* Note de M. A. **Haller**.

« Dans une Note antérieure (¹), j'ai montré les variations que subit le pouvoir rotatoire de l'isocamphol gauche avec la nature du dissolvant. De nouvelles mesures ont été faites comparativement avec les deux camphols gauches α et β, en employant d'autres dissolvants. Elles ont été effectuées à une température moyenne de 13-15° et sur des solutions renfermant une demi-molécule de la substance par litre. Les nombres trouvés sont les suivants :

Dissolvants.	P. r. m. du camphol gauche α.	P. r. m. de l'isocamphol gauche.
Alcool méthylique	$[\alpha]_D = -35,93$ [2]	$[\alpha]_D = -33,00$
» éthylique absolue	$-37,33$ [3]	$-32,90$
» isopropylique	$-37,23$	$-33,33$
» isobutylique	$-37,23$	$-33,54$

(¹) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 187.
(²) Moyenne de 3 déterminations.
(³) Moyenne de 2 déterminations.

Dissolvants.	P. r. m. du camphol gauche α.	P. r. m. de l'isocamphol gauche.
Acétone	$[\alpha]_D = -37,87$	$[\alpha]_D = -22,94$
Ligroïne (110°-120°)	—37,12	—22,72
Éther acétique	—37,55	—22,78
Benzine	—37,66	—19,18
Toluène	—37,87	—18,93
Xylène	—37,66	—18,95
p. Méthylpropylbenzine	—37,66	—18,95

» Ces résultats montrent :

» 1° Qu'à part l'alcool méthylique dont l'influence est manifeste, tous les autres dissolvants n'exercent aucune action sur le pouvoir rotatoire du camphol gauche α;

2° Que l'action exercée par les différents liquides sur l'isocamphol gauche varie avec leur fonction ou leur constitution, mais qu'elle reste le même pour chaque série homologue.

» Ainsi, le p. r. m. est le même dans les quatre premiers termes de la série des alcools saturés; il possède une autre valeur, qui reste également constante, quand on se sert de carbures benzéniques comme dissolvants.

» *Bornylates de chloral* $CCl^3CH\langle{}^{OC^{10}H^{17}}_{OH}$. — La facilité avec laquelle les isocamphols se transforment en camphols α de pouvoir rotatoire inverse ne permet pas d'en préparer des dérivés dont la formation nécessite le concours de la chaleur.

» Pour éviter la production des mélanges, il convient donc de chercher des dérivés qui prennent naissance à la température ordinaire. Or on sait que les alcools se combinent directement, à froid, à l'isocyanate de phényle, au chloral et à l'acide cyanique.

» Les bornylphényluréthanes, combinaisons des camphols avec l'isocyanate de phényle, ont déjà fait l'objet d'une Note communiquée à l'Académie [1].

» Les bornylates de chloral s'obtiennent en mélangeant dans un ballon une molécule de bornéol avec un peu plus d'une molécule de chloral anhydre. La masse s'échauffe un peu et la réaction est complète au bout de

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 149.

quelques minutes. Par refroidissement, on obtient un produit visqueux qui souvent cristallise. On lave avec de l'eau froide, pour enlever l'excès de chloral, et l'on dissout dans l'éther de pétrole. La solution est filtrée, puis abandonnée à cristallisation.

» Par évaporation du dissolvant, on obtient, dans le cas des bornylates α et au bout d'un temps plus ou moins long, une masse cristalline qu'on sépare et qu'on dessèche entre des doubles de papier-filtre. Le produit se présente sous la forme de cristaux indistincts, à odeur rappelant à la fois celle du chloral et du bornéol, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, le toluène. Il cristallise au sein de ces derniers dissolvants, en prismes très nets et durs.

» Avec l'isocamphol gauche et l'inactif $\overset{+-}{\alpha\beta}$ (préparé en mélangeant du bornéol droit α avec du bornéol gauche β), on obtient des liquides visqueux et incristallisables même à 15°.

» Toutes ces combinaisons répondent à la formule $CCl^3.CH\begin{cases}OC^{10}H^{17}\\OH\end{cases}$, comme le démontrent les analyses qui en ont été faites.

» L'eau bouillante les décompose en camphols et hydrate de chloral

$$CCl^3.CH\begin{cases}OC^{10}H^{17}\\OH\end{cases} + H^2O = C^{10}H^{18}O + CCl^3.CH\begin{cases}OH\\OH\end{cases}.$$

» Les pouvoirs rotatoires moléculaires de ces combinaisons, pris dans des relations benzéniques ($\frac{1}{2}$ molécule = 1^{lit}), ainsi que leurs points de fusion, figurent dans le Tableau suivant :

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
1. α-bornylate de chloral droit. Cristallise	55°-56°	$[\alpha]_0 = +30°,13$
2. α-bornylate de chloral gauche. Cristallise	55-56	$[\alpha]_0 = -30,13$
3. Bornylate de chloral racémique $\overset{+-}{\alpha\alpha}$. Cristallise	55-56	$[\alpha]_0 = 0$
4. β-bornylate ou isobornylate de chloral gauche. Incristallisable	»	$[\alpha]_0 = -56,40$
5. Bornylate de choral $\overset{+-}{\alpha\beta}$ obtenu avec un camphol $\overset{+-}{\alpha\beta}$ inactif en solution alcoolique. Sirop incristallisable.	»	$[\alpha]_0 = -22,12$

» Le pouvoir rotatoire des camphols α gauche et droit qui ont servi à la préparation de ces bornylates était de $[\alpha]_0 = 37°$ environ.

» Celui de l'isocamphol gauche, dans l'alcool absolu, était de $[\alpha]_D = -31°36'$.

» Comme pour les bornylphényluréthanes, on remarque : 1° que les points de fusion et les pouvoirs rotatoires moléculaires des α-bornylates de chloral ont respectivement la même valeur; 2° que le pouvoir rotatoire du bornylate de chloral-β est supérieur à celui des dérivés α. Il possède une valeur égale à celui de la bornylphényluréthane-β; 3° que la combinaison dérivée de l'inactif $\overset{+-}{\alpha\beta}$ au lieu d'être inactive est active. Dans cette combinaison, chacun des deux bornylates $\overset{+}{\alpha}$ et $\overset{-}{\beta}$ qui la constituent garde son individualité et à peu de chose près son pouvoir rotatoire.

» Toutes ces particularités montrent que l'orientation des éléments qui constituent le groupement alcoolique H.C.OH par rapport aux autres éléments de la molécule camphol, groupement qui, seul dans ces bornylates, est affecté par le chloral, exerce une influence très notable non seulement sur le pouvoir rotatoire moléculaire de ces produits d'addition, mais encore sur leur état physique.

» Cette différence des pouvoirs rotatoires des α et des β bornylates permet de se rendre très facilement compte si un bornéol de pouvoir rotatoire inférieur à + 37° est un mélange de camphol-α et de camphol-β. En partant d'un camphol artificiel droit $[\alpha]_D = +4°32'$, préparé au hydrogénant du camphre droit, on obtient un bornylate de chloral fondant à 46° et dont le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -14°13'$. Comme il est facile de le voir, ces données montrent que le camphol en question était constitué par un mélange de camphol-α droit et de camphol-β gauche. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la destruction du sucre dans le sang* in vitro. Note de MM. **R. Lépine** et **Barral.**

« Depuis la dernière Note que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie (séance du 23 juin), nous avons continué nos recherches et observé plusieurs faits nouveaux :

» 1° On retire, à un chien bien portant, 250cc de sang, en prenant la précaution de le recevoir dans une capsule entourée d'eau froide; on le défibrine, on le filtre sur un linge stérilisé, et on le répartit également en cinq portions. On dose *aussitôt* le sang de la première, en versant le sang dans du sulfate de soude à 80° C., ainsi que nous l'avons déjà recommandé, afin de détruire immédiatement le ferment glycolytique. Trois autres portions sont versées dans trois ballons, qu'on immerge pendant un temps donné (une heure) dans trois bains-marie à température constante, un à 39° C., un

autre à 46° C., et le troisième à 52°,5 C., et qu'on agite quelques instants afin que le sang prenne aussitôt la température du milieu. En même temps, on verse goutte à goutte la dernière portion de sang dans un ballon préalablement immergé dans un bain-marie, dont la température également constante est comprise entre 54° et 54°,5 C., de façon à porter immédiatement ce sang d'une température inférieure à + 15° à celle de 54°. On l'y laisse également une heure, et au bout de ce temps on dose le sucre dans le sang des quatre ballons, avec les mêmes précautions que pour la première portion. Voici les résultats qu'on obtient :

» Dans le ballon à 39° C., il y a, en général, 25 à 30 pour 100 de sucre en moins que dans la première portion; dans le ballon à 46° C., il y a plusieurs centièmes de moins que dans le précédent; dans le ballon à 52°,5 C., il y a aussi plusieurs centièmes de moins que dans le précédent; enfin, dans le ballon à 54°,5 C., il y a juste autant de sucre que dans la première portion.

» Ces faits s'expliquent en admettant que le ferment glycolytique, découvert par l'un de nous (*Comptes rendus*, séance du 8 avril 1890), est d'autant plus actif que la température est plus élevée, jusqu'à 54° C. environ, où son action cesse brusquement. A cette température, le sang conserve sa fluidité; il a une teinte noirâtre, par suite de la production d'un peu de méthémoglobine, reconnaissable à l'examen spectroscopique; le plus grand nombre des globules rouges est détruit; mais il en est à peu près de même à 52°-53° C., température à laquelle la destruction du sucre est beaucoup plus considérable qu'à 39°. Ainsi, sans que les caractères extérieurs du sang se modifient d'une manière bien sensible, le ferment glycolytique qu'il renferme perd toute son action si on le chauffe peu au delà du degré de température où il a son maximum d'activité.

» 2° Toutes choses égales, le sang défibriné du chien, maintenu une heure à la température de 39° C., perd plus de sucre l'hiver que l'été; il faut donc admettre que l'hiver le ferment est plus actif ou en quantité plus grande dans le sang. La différence est de 10 pour 100, au moins.

» 3° Le sang défibriné de la veine porte d'un chien en digestion, maintenu une heure à 39° C., perd beaucoup plus de sucre que le sang de la veine splénique et que le sang artériel du même chien, placés identiquement dans les mêmes conditions. La différence est au moins de 20 pour 100. Cela prouve que le ferment sort du pancréas, non seulement par les lymphatiques de cet organe, ainsi que l'un de nous l'a déjà démontré, mais aussi, et certainement en plus grande abondance, vu la rapidité relative du cours du sang veineux, par les radicules veineuses du pancréas.

» 4° Nous avons insisté, dans notre dernière Note, sur le fait fondamental que le sang artériel, maintenu une heure à 39° C., d'un chien rendu dia-

bétique par l'ablation du pancréas, perd beaucoup moins de sucre que le sang d'un chien sain. Toutefois dans le sang du chien privé de pancréas, la destruction du sucre n'est pas toujours négligeable : elle peut, parfois, atteindre près du sixième de la perte du sang normal.

» Il est probable qu'il y a d'autres sources de ferment que le pancréas. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Peligot*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Chambrelent obtient	34	suffrages
M. Aimé Girard »	24	»
M. Müntz »	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Chambrelent**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mémoire sur la constitution des albuminoïdes.* Note de M. le Dr **H. Arnaud**. (Extrait par l'auteur.)

« Les albuminoïdes seraient essentiellement constituées par trois ordres de principes immédiats : les hydrocarbonés, les corps gras et le cyanate d'ammoniaque ou l'urée.

» Les hydrocarbonés trouvés dans le sérum doivent être considérés comme entrant, en partie tout au moins, dans la constitution même des albuminoïdes. En effet : 1° la quantité qu'on en peut extraire du sérum est relativement très considérable; 2° leur présence est constante dans les diverses substances albuminoïdes du sérum; 3° il est impossible de recueillir en totalité les hydrates de carbone, sans détruire l'édifice même des albuminoïdes.

» La présence du cyanate d'ammoniaque dans les albumines paraît résulter des remarques suivantes : 1° l'acide cyanique est un des produits les plus fréquents qui se forment par la décomposition des substances azotées (Liebig); et, d'autre part, on sait avec quelle facilité l'ammoniaque se dégage de ces mêmes substances ; 2° si l'on traite l'albumine par une base énergique, et que l'on porte à l'ébullition, il se produit du carbonate d'ammoniaque, comme quand on traite le cyanate d'ammoniaque par la même base ; 3° on trouve constamment, dans le sérum sanguin, une certaine quantité d'urée qui s'élimine sans cesse par le filtre rénal ; or on sait quelle est l'analogie, pour ne pas dire l'identité de constitution, qui existe entre l'urée et le cyanate d'ammoniaque ; 4° enfin l'examen attentif de la formule des albuminoïdes permet de la ramener à celle d'un véritable polycyanate d'ammoniaque composée ou d'une polyurée composée, dans laquelle un certain nombre d'équivalents d'amidon animal, ou d'un radical amylacé, remplaceraient un même nombre d'équivalents d'hydrogène.

» Il m'a semblé que l'on devait admettre, en outre, un ou plusieurs corps gras, comme principes constituants des albuminoïdes. Mais cette partie des recherches a été moins bien établie. Néanmoins, ce qui donne quelque vraisemblance à cette opinion, c'est que, au moment de l'absorption intestinale, les corps gras arrivent en abondance dans le liquide sanguin, sans que l'on trouve à ce moment, à l'état libre, dans le sérum normal, une quantité de graisse proportionnée à cet apport. De plus, les albuminoïdes présentent certaines réactions que l'on ne retrouve ni dans l'urée ni dans les hydrates de carbone. Enfin, il est à remarquer qu'à certains égards l'aspect et les propriétés des albuminoïdes rappellent ceux des corps gras, et notamment la viscosité, la mousse abondante des solutions alcalines d'albumine.

» Je soupçonne enfin, dans l'albumine, la présence d'un autre corps au moins ; mais je ne me suis pas occupé de son étude.

» Rapprochant alors de cette conception un certain nombre de faits connus, physiologiques et pathologiques, je montre combien leur interprétation devient claire et facile, si l'on adopte la théorie que je propose.

» La seconde partie du travail est consacrée à l'exposé de la méthode générale à suivre, pour arriver à séparer les uns des autres le cyanate d'ammoniaque, les hydrocarbonés et les corps gras qui concourent à la constitution des albuminoïdes ; cette méthode consiste essentiellement dans le traitement des albuminoïdes par les bases énergiques, notamment

par la baryte, employées à faible dose (2 à 5 pour 100 de liquide) et soumises à l'ébullition prolongée.

» J'arrive enfin aux conclusions suivantes, que je reproduis à peu près textuellement :

» 1° Il y a trois ordres d'aliments irréductibles, de principes immédiats essentiels faisant partie constituante de la matière organisée ; ce sont : les hydrocarbonés, les corps gras et le cyanate d'ammoniaque.

» 2° Les albuminoïdes ne sont autre chose qu'une combinaison, dans des proportions diverses, des trois principes immédiats que je viens d'énumérer; elles les contiennent tous les trois en puissance, et il est facile de les en isoler.

» 3° On peut ainsi considérer les albuminoïdes comme de véritables polycyanates d'ammoniaque composée ou, si l'on veut, des polyurées composées, dans l'édifice desquelles figurent essentiellement des radicaux d'hydrocarbonés et de corps gras, remplaçant un même nombre d'équivalents d'hydrogène.

» Peut-être faut-il admettre, en outre, que les albuminoïdes contiennent dans leur trame d'autres radicaux encore inconnus.

» 4° Quand les matières albuminoïdes renferment les trois aliments primaires essentiels, dans des proportions convenables, en rapport avec les besoins de l'organisme, on peut dire qu'elles constituent l'aliment synthétique vrai, l'aliment complet par excellence.

» 5° En réalité, les albuminoïdes connues sont très variables dans leur constitution et dans leurs caractères extérieurs : cela s'explique aisément par des proportions très diverses dans les trois principes fondamentaux qui concourent à les constituer.

» 6° Cette manière d'envisager les choses me semble apporter plus de clarté dans les phénomènes de la nutrition normale, et faciliter l'intelligence du mécanisme de la nutrition.

» 7° Elle tend à indiquer, notamment, le mode suivant lequel les principes combustibles, introduits par l'alimentation dans l'organisme, sont conduits jusqu'aux tissus, pour y subir les transformations nutritives d'où résultent la chaleur et le travail organiques.

» 8° Le sérum sanguin est, en effet, constitué essentiellement par des albuminoïdes; son rôle principal semble donc être d'apporter aux tissus les trois principes immédiats qui constituent ces substances azotées, soit pour réparer l'usure des tissus, soit pour leur fournir les combustibles né-

cessaires, préalablement empruntés à l'alimentation (corps gras et hydrocarbonés).

» (Il est bien entendu que le sérum a aussi pour rôle de débarrasser les tissus des matériaux en excès et des substances nuisibles résultant des phénomènes nutritifs.)

» 9° Les conséquences de cette manière de voir en Pathologie ne semblent pas moins intéressantes : elle permet d'expliquer aisément la genèse d'un certain nombre de troubles nutritifs, tels que la glycosurie, l'obésité ou polysarcie, l'hyperazoturie et les albuminuries dyscrasiques.

» 10° Ces diverses altérations nutritives peuvent être ramenées à un même mécanisme, à une même condition pathogénique générale : l'insuffisance, absolue ou relative, du pouvoir d'assimilation du sérum sanguin. Si cette insuffisance porte sur les hydrocarbonés, il y a glycosurie ; si elle porte sur les corps gras, il y a polysarcie ; si elle porte sur le cyanate d'ammoniaque, il y a hyperazoturie ; si enfin elle porte sur les albumines, il y a albuminurie dyscrasique.

» 11° On s'explique aussi, par la théorie proposée, pourquoi l'urée est moins toxique qu'on ne pensait autrefois. On a en effet démontré (Feltz et Ritter, Bouchard) que, dans l'insuffisance urinaire, on ne meurt pas par *urémie*, par accumulation de l'urée dans le sang, mais par des toxémies de nature toute différente.

» Cela ne doit plus nous surprendre : l'urée est un aliment plutôt qu'un véritable produit d'excrétion ; son excès seul est éliminé de l'organisme et peut devenir nuisible, comme d'ailleurs l'excès de tout autre aliment, y compris l'oxygène. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

La Commission du prix Dusgate fait connaître que les deux Mémoires manuscrits récompensés dans la séance publique du 29 décembre 1890, et portant pour devises, l'un « Fac, non spera », l'autre « l'Égalité devant la mort », ont pour auteurs, le premier M. le docteur **Henri Arnaud** (de Saint-Gilles), et le second M. le docteur **Maze** (du Havre).

M. **Foveau de Courmelles** adresse une Note de Physiologie intitulée « Nouvelles actions mécaniques des courants électriques ; actions de transport ».

(Commissaires : MM. Charcot, Larrey).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les « OEuvres de Fermat, publiées par les soins de MM. *Paul Tannery* et *Charles Henry*, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique; Tome Ier, OEuvres mathématiques diverses; Observations sur Diophante ».

M. A. **Haller**, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Gomont**, M. **P. Hariot**, M. **P. de Lafitte** adressent des remerciements pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observation d'une étoile d'un éclat comparable à celui de Régulus et située dans la même constellation.* Extrait d'une Lettre de M. **Edm. Lescarbault** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Orgères (Eure-et-Loir), 11 janvier 1891.

» J'ai l'honneur de vous adresser le résumé de l'observation d'une étoile comparable à Régulus par sa grandeur et par son éclat; elle est située dans la même constellation; je ne l'avais jamais aperçue jusqu'à ce jour. Elle se trouve au-dessous de θ du Lion, sur le prolongement de la ligne qui joint δ à θ, à une distance de θ double de celle qui sépare ces deux étoiles et au-dessous de la ligne qui va de σ à χ, à peu près également éloignée de chacune d'elles.

» Je n'ai pu encore l'observer qu'à l'œil nu, les 10 et 11 janvier, vers une heure du matin; malgré le grand affaiblissement de mes yeux, je crois avoir bien vu et n'avoir pas été victime d'une illusion....

» Ce n'est que par estime que j'attribue à l'étoile, soit nouvelle, soit temporaire, qui est peut-être une étoile dont l'intensité et l'éclat auraient presque subitement prodigieusement augmenté, les quantités suivantes pour sa position :

Ascension droite..........................	$11^h 4^m$
Déclinaison boréale....................	6°

» Dans le voisinage de l'étoile que je signale, les étoiles de quatrième grandeur étaient à peine perceptibles à l'œil nu.

» Dans les Atlas et les Cartes du Ciel que je possède, je n'ai trouvé aucune étoile au lieu que je viens d'indiquer. »

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le second semestre de* 1890; par M. P. TACCHINI.

« Le nombre des jours d'observations a été de 149 pour les taches et les facules, savoir : 30 en juillet, 31 en août, 28 en septembre, 24 en octobre, 20 en novembre et 16 en décembre. Voici les résultats :

	Fréquence relative		Grandeur relative		
1890.	des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	Nombre des groupes par jour.
Juillet.....	3,80	0,40	8,23	12,83	0,97
Août......	3,42	0,52	15,29	11,77	0,68
Septembre.	5,83	0,18	23,68	22,32	1,46
Octobre...	3,17	0,58	17,33	10,83	0,75
Novembre..	2,45	0,50	7,95	22,75	0,55
Décembre..	3,38	0,38	9,25	17,75	0,81

» Le phénomène des taches solaires a été encore plus prononcé dans le troisième trimestre. Il est vrai que les nombres relatifs au quatrième trimestre baissent sensiblement, mais ils sont néanmoins bien supérieurs à ceux de l'époque que nous avons indiquée pour le véritable minimum.

» Pour les protubérances solaires, nous avons obtenu les résultats suivants :

		Protubérances.		
1890.	Nombre des jours d'observations.	Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Juillet..................	30	2,07	33",8	1°,4
Août..................	31	2,65	27,5	1,1
Septembre.............	24	2,88	35,8	1,2
Octobre...............	22	8,05	40,6	1,5
Novembre..............	16	2,13	28,0	1,5
Décembre..............	12	3,42	40,4	1,6

» Le phénomène des protubérances solaires présente donc une augmentation sensible, avec un maximum secondaire dans le mois d'octobre. On pourrait ainsi supposer que tous les phénomènes solaires ont déjà dépassé la période du minimum. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches solaires faites, en 1890, à l'équatorial Brunner ($0^m,18$) de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« Le Tableau suivant renferme le résumé des observations de taches solaires faites à l'Observatoire de Lyon pendant l'année 1890; la première colonne donne, pour chaque mois, la proportion (en centièmes) des jours d'observation où le disque du Soleil n'a présenté aucune tache; la deuxième donne les dates extrêmes d'observation de chaque groupe de taches; la troisième et la quatrième les latitudes *moyennes des groupes* observés; la cinquième les surfaces *moyennes* totales (noyaux et pénombre) de ces groupes, ramenées au centre du disque, et exprimées en millionièmes de l'aire de l'hémisphère visible.

1890.			°	°	
Janvier..	0,33	9	−29		4
» ..		18-21		+23	63
» ..		18		+26	0,5
Février..	0,90	1-2		+24	20
Mars....	0,78	8-13		+33	51
Avril....	0,57	10-16	−25		5
»		12		+25	35
»		29-30		+26	64
Mai.....	0,42	5		+23	4
»		9-17	−27		42
»		16-24		+21	26
»		17-18	−32		10
Juin.....	0,60	3-9	−24		17
»		10-11	−25		5
»		24		+20	3
Juillet...	0,25	4		+ 6	0,5
» ...		4-12	−22		115
» ...		17	−29		5
» ...		22-24	−35		1
» ...		22-31	− 7		127
Août....	0,73	28- 2		+18	194
»		30- 2	−21		10
1890.			°	°	
Sept.....	0,10	26- 6		+22	660
»		1- 8	−20		120
»		6-13		+22	30
»		8- 9	−26		12
»		15-17	−22		120
»		16-17	−26		75
»		26- 1		+21	64
Octobre..	0,25	4- 7	−25		12
» ..		11		+16	15
» ..		11	−13		1
» ..		14	−20		3
» ..		20-31	−22		1120
» ..		20-23	− 5		12
Nov.....	0,25?	12	−24		70
»		12		+19	3
»		25-2		+21	475
»		30		+14	1
Déc.....	0,30	2-8	−31		30
»		15	−28		114
»		15		+15	10
»		24-27		+20	10

» On voit que les taches n'ont manqué cette année pour aucun mois; mais que, d'autre part, il n'y a pas de mois où on en ait vu à chaque observation, comme cela s'était présenté en août 1889. Les plus longues séries de jours d'observations où les taches aient manqué complètement sont les suivantes : 11 février au 3 mars (11 observations); 15 mars au 5 avril (13 observations), 8 au 23 août (8 observations); aucune de ces périodes n'a une durée aussi grande que celle des minima constatés en 1889.

» En moyenne, nous trouvons que pour 1890 la proportion des jours sans taches est 0,456, tandis qu'elle était 0,555 en 1889. D'autre part, l'année 1889 avait donné seulement 29 groupes de taches, présentant une surface totale de 1890 millionièmes de l'hémisphère visible, alors que 1890 donne 43 groupes avec une surface totale de 3760; il y a donc certainement une augmentation sensible de l'activité solaire en 1890, en ce qui concerne les taches. Le minimum paraît avoir eu lieu en novembre 1889.

» Le Tableau ci-dessus indique encore que les deux hémisphères ont été à peu près aussi riches en taches l'un que l'autre; il y a cependant encore une légère prédominance de l'hémisphère sud (23 groupes sur 43).

» Enfin on remarque que les latitudes des groupes de taches sont presque toutes supérieures à 20° et atteignent jusqu'à 35°, les latitudes les plus fortes s'appliquant surtout à de très petites taches. D'ailleurs, dans les groupes, dont nous donnons la latitude moyenne, on a vu plusieurs fois des petites taches à des latitudes plus grandes que 30°. Ainsi ce phénomène de la production des taches à de hautes latitudes, qui a commencé après le minimum de mai 1889 et s'est accentué après celui de novembre 1889, a continué pendant toute l'année 1890.

» Il semble toutefois aller en diminuant, car sur les 9 groupes de taches dont la latitude est inférieure à 20° en 1890, 6 se rencontrent de septembre à décembre. »

MÉCANIQUE. — *Nouvel appareil gyratoire, le* gyroscope alternatif; par M. G. Sire.

M. Resal présente à l'Académie un nouvel appareil gyratoire imaginé par M. *G. Sire* et auquel l'auteur a donné le nom de « gyroscope alternatif ».

« L'appareil se compose d'une poulie très légère, dans la gorge de laquelle s'enroule, en plusieurs spires superposées, un fil dont l'extrémité

est fixée à la gorge. La poulie porte diamétralement les crapaudines de l'arbre d'un tore auquel on imprime, à l'aide d'un fil spécial, un mouvement rapide de rotation. En tenant l'extrémité libre du fil de la poulie, on observe d'abord que la poulie descend lentement, en même temps qu'elle tourne autour du fil. Lorsque l'axe du tore devient à peu près parallèle au fil, il se produit un déroulement brusque, mais peu étendu; puis les choses se passent comme ci-dessus, à cette différence près que la rotation autour du fil a changé de sens.

» M. Sire est arrivé à ce résultat par une méthode qui lui a toujours réussi et qui est basée sur la considération des rotations et des couples.

» La théorie analytique de l'appareil présente, au point de vue de l'intégration, des difficultés qui paraissent insurmontables. »

TÉLÉPHONIE. — *Sur la reproduction téléphonique de la parole.* Note de M. E. MERCADIER, présentée par M. A. Cornu.

« Le but principal du téléphone est la reproduction à distance de la parole avec tous ses éléments : articulations avec leurs inflexions, voyelles et diphtongues avec leur accent caractéristique, timbre avec ses délicatesses, et cela avec une intensité suffisante. Mais les transformations d'énergie, qui constituent les effets téléphoniques, tendent à altérer les éléments de la voix humaine.

» I. *Altération du timbre.* — Elle consiste dans la production d'un nasillement désagréable qui souvent dénature les mots. J'ai déjà indiqué dans un travail précédent (voir *Comptes rendus*, novembre 1885), que cette altération du timbre devait tenir à ce que, le plus souvent, les mouvements dus à la production du son fondamental et des harmoniques du diaphragme du téléphone venaient se superposer à ceux qui sont dus à la voix sans se confondre avec eux, d'où une perturbation plus ou moins grande dans la forme des ondes électriques qui parviennent au téléphone récepteur, dans les mouvements des molécules de son diaphragme, et finalement dans les ondes sonores qui en résultent et pénètrent dans l'oreille des auditeurs.

» S'il en est réellement ainsi, il doit suffire, pour corriger cette altération, de prendre un diaphragme dont le son fondamental soit supérieur à la limite des sons émis dans la parole articulée, c'est-à-dire à peu près à l'ut_4 pour les hommes et l'ut_5 pour les femmes. Alors, en effet, l'action de

la voix ne tendra pas à produire les sons fondamentaux et les harmoniques du diaphragme qui ne coïncident pas avec ceux qu'elle émet, et, d'autre part, il faudrait pour les produire, à cause de la raideur du diaphragme, une énergie mécanique supérieure à celle que peut développer en parlant la voix humaine.

» C'est ce que l'expérience vérifie. Pour ne citer que deux cas extrêmes, un diaphragme de 100^{mm} de diamètre et de 1^{mm} d'épaisseur, ou bien de 30^{mm} de diamètre et de $0^{mm},1$ d'épaisseur, satisfont à la condition précédente; or, ajustés à des téléphones appropriés, ils ne produisent pas d'altération sensible du timbre de la voix.

» II. *Altération d'articulations et de voyelles.* — Cette altération consiste d'une part dans une prédominance exagérée de certaines consonnes, voyelles et syllabes, *b*, *p*, *r*, *k*, ..., *a*, *o*, *an*, *on*, *ent*, ..., sur la plus grande partie des autres; d'autre part, dans un affaiblissement notable des *l*, *s*, *c*, *z*, *i*, *e*, *u*. Il en résulte très souvent une véritable fatigue à comprendre le sens des paroles, à deviner les mots altérés d'après les précédents : de là une source permanente d'erreurs.

» Cette altération tient en très grande partie à la forme et à l'ouverture de la cavité buccale qui sont différentes quand on prononce les diverses articulations ou voyelles précitées, et à l'énergie des ondes sonores résultantes beaucoup plus faible dans le second cas que dans le premier; à ce point de vue, l'altération serait inévitable; mais elle tient aussi en quelque façon à la production corrélative des harmoniques du diaphragme. En effet, en cherchant à atténuer cet inconvénient, j'ai trouvé qu'on le diminuait très notablement, précisément par le moyen indiqué pour supprimer l'altération du timbre, c'est-à-dire en combinant convenablement l'épaisseur et le diamètre du diaphragme pour que le son fondamental de celui-ci soit très aigu.

» La transmission par la ligne qui joint le transmetteur au récepteur joue d'ailleurs ici un certain rôle qui sera examiné plus tard.

» III. *Résonances diverses.* — Un troisième inconvénient, qui se présente dans un grand nombre de téléphones, consiste dans la production de résonances parasites au nombre de deux. L'une ne présente pas beaucoup d'inconvénient, car elle est faible et n'est sensible qu'aux oreilles exercées : c'est un grincement métallique qui me paraît dû à une sorte de frottement dans le sens du rayon des diaphragmes par suite de la variation dans cette direction de la forme des lignes de force; d'autant qu'il disparaît dans un diaphragme à son fondamental élevé; soit parce qu'il est alors

trop aigu pour agir efficacement sur l'oreille; soit qu'il ne se produise pas, parce que l'énergie mécanique nécessaire pour le produire est alors supérieure à celle que la voix humaine peut déployer.

» L'autre espèce de résonance est beaucoup plus intense et d'une tonalité beaucoup plus grave : c'est celle de la masse d'air renfermée dans la boîte même du téléphone. En effet, pour faire disparaître cette sonorité vague dans laquelle s'estompent en quelque sorte les inflexions variées du timbre des mots, il suffit de ne laisser au-dessous du diaphragme qu'une chambre à air très petite, ce qu'on obtient par exemple en garnissant de feutre l'intérieur du téléphone.

» Ainsi, à part ce dernier inconvénient qu'on surmonte si aisément, on voit que les causes d'altérations dans la reproduction téléphonique de la parole articulée peuvent être considérablement atténuées, sinon détruites complètement, et cela par un seul moyen très simple, le même pour toutes, qui consiste à n'employer que des diaphragmes à son fondamental aigu, soit qu'ils aient une grande épaisseur et un grand diamètre, soit qu'ils aient un petit diamètre et une faible épaisseur.

» De plus, dans ces conditions, en même temps qu'on obtient beaucoup de *netteté* dans la reproduction de la parole, on satisfait aux conditions nécessaires pour avoir dans le téléphone une *intensité* suffisante ([1]), circonstance très heureuse, parce que les deux qualités, *netteté* et *intensité*, sont indispensables à la fois dans le téléphone, et qu'elle permet ainsi d'approcher de la perfection dans la construction d'un instrument aussi délicat qu'il est merveilleux. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur l'huile pour rouge.* Note de M. **Scheurer-Kestner.**

« L'*huile pour rouge*, dérivé sulfoné de l'oléine, et surtout de celle de l'huile de ricin, sert, dans la teinture et l'impression du coton, en rouge d'alizarine, à aviver les nuances obtenues avec les sels d'alumine.

» Malgré plusieurs Travaux importants, publiés sur sa composition, celle-ci paraît encore incertaine. Des auteurs y font intervenir la glycérine, que d'autres refusent de considérer comme formant partie intégrante de l'*huile* ayant les propriétés avivantes qui motivent son emploi.

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXII, p. 97.

» D'un autre côté, si l'on est d'accord pour reconnaître que l'*huile* renferme principalement un acide sulfoné, on n'est pas bien fixé sur la nature des acides gras qui l'y accompagnent, et surtout sur le rôle qu'ils y jouent.

» Mes recherches ont porté, exclusivement, sur l'*huile* ou acide sulfogras dérivé de l'huile de ricin, et provenant de l'action de l'acide sulfurique monohydraté sur elle. Le composé sulfogras obtenu ainsi est d'une nature assez complexe, mais il renferme en majeure partie de l'acide sulforicinoléique, dans lequel, comme l'ont montré MM. Benedikt et Ulzer, le groupe sulfonique est lié au noyau par l'oxygène, et non par le carbone, suivant l'hypothèse de M. Muller Jacobs; mais, à côté de l'acide sulfoconjugué, l'*huile pour rouge* renferme des acides gras provenant de la décomposition ou de la transformation de la combinaison sulfonée, et se produisant en plus ou moins grandes quantités, suivant les conditions dans lesquelles on a fait le lavage par l'eau du produit brut; c'est ce que mes recherches actuelles ont établi; ces acides gras, non sulfonés ou désulfonés, ont été decelés par tous les auteurs qui s'en sont occupés, mais sans qu'on soit arrivé à en déterminer exactement la nature, ni le mode de formation.

» M. Juillard ([1]), tout récemment, a reconnu, dans un travail remarquable, que ces acides renferment des corps polymérisés par l'action de l'acide sulfurique. Suivant lui, l'*huile pour rouge* se composerait d'acide sulforicinoléique, accompagné d'acides polyricinoléiques dont la condensation pourrait aller jusqu'à l'acide pentaricinoléique.

» La publication du Mémoire de M. Juillard est venue au moment où, m'occupant de cette question depuis plus d'une année, j'étais arrivé à des conclusions dont certaines concordent avec les siennes, mais dont d'autres leur sont étrangères.

» J'ai constaté la présence, dans l'*huile pour rouge*, d'acides polymérisés; mais il ne m'est pas arrivé d'avoir affaire à des substances aussi condensées que celles qu'indique M. Juillard. Cette différence est à attribuer à l'emploi qu'a fait M. Juillard du chlorure de sodium, pour obtenir la séparation du composé sulfogras et des eaux de lavage; en présence de l'acide sulfurique qu'elles renferment, il s'est formé de l'acide chlorhydrique, dont la puissance de polymérisation a été reconnue par M. Juillard lui-même.

([1]) *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, août 1890.

» J'ai pris le soin d'écarter l'emploi de ce corps, et je suis parvenu à le remplacer avantageusement par le sulfate de sodium, qui a les mêmes propriétés au point de vue de la précipitation, et a l'avantage de ne pas introduire, dans le système, de corps étrangers capables d'agir sur la composition de l'*huile*.

» J'ai évité toute application de la chaleur, qui a l'inconvénient de décomposer plus ou moins ces substances.

» En résumé, je suis arrivé aux conclusions suivantes : l'*huile pour rouge* est formée d'acide sulforicinoléique, composé stable et régulier à la température ordinaire; cet acide y est accompagné d'acides polyriciniques, dont la condensation va jusqu'à l'acide diricinique; les poids moléculaires que j'ai trouvés, par la méthode de M. Raoult, en employant la substance à l'état de dissolution dans l'acide acétique, indiquent un mélange d'acides mono et diricinique; le composé sulfogras est hydraté; à l'état hydraté, il est stable; il perd son eau complètement vers 120° et devient insoluble; il se dédouble en acide sulfurique hydraté et acide huileux.

» Au point de vue tinctorial, j'ai reconnu un fait important : c'est que le composé sulfoné donne les nuances tirant sur le jaune, tandis que les acides gras polymérisés donnent la nuance carminée tirant sur le bleu. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production expérimentale de l'exophthalmie*. Note de M. **H. Stilling** (de Lausanne), présentée par M. Charcot.

« On a rarement tenté de se rendre compte, par voie expérimentale, de la genèse de l'exophthalmie. Je ne parlerai pas des expériences peu concluantes de M. Filehne (*Sitzungsber. der physic. med. Societät zu Erlangen*, 1879), qui affime avoir produit chez le lapin, par une lésion du corps restiforme, les symptômes de la maladie de Basedow; car les recherches de M. Durdufi (*Deutsche med. Wochenschrift*, 1887), destinées à vérifier les faits avancés par l'auteur précité, n'ont abouti qu'à des conclusions peu décisives.

» Les expériences de M. Boddaert (*Compte rendu du Congrès périodique international*, Bruxelles, 1876), qui avaient précédé les publications susmentionnées, n'ont pas fait plus d'impression sur le public médical. Vulpian (*Leçons sur l'appareil vasomoteur*, t. II, p. 657) les a sévèrement jugées. En effet, M. Boddaert crée des conditions par trop complexes. Il

lie sur le lapin les quatre veines jugulaires au bas du cou et il sectionne en même temps les deux cordons sympathiques cervicaux. Le résultat obtenu est une exophthalmie double très marquée qui peut durer pendant plusieurs jours.

» Ce résultat est exact. Mais il faut convenir avec Vulpian qu'il n'a pas de relation avec la pathogénie de l'exophthalmie dans la maladie de Basedow, dans laquelle on ne suppose en effet que la lésion d'un seul sympathique, si lésion du sympathique il y a.

» En la répétant, j'ai donc varié l'expérience en question. Je me suis borné à faire la ligature des deux veines jugulaires externes, et je n'ai sectionné le cordon sympathique que d'un seul côté.

» L'opération est suivie d'un œdème plus ou moins considérable de la face. La muqueuse nasale se tuméfie aussi, de sorte que l'animal soumis à l'expérience a beaucoup de peine à respirer. De plus, on observe presque toujours du larmoiement des deux côtés et une exophthalmie double très considérable. La troisième paupière fait une forte saillie; le globe oculaire est dévié un peu vers le haut. La pupille ne présente rien d'anormal du côté où le sympathique est intact.

» L'œdème et la gêne de la respiration disparaissent vite; le lendemain de l'opération on ne les remarque plus. Mais l'exophthalmie persiste, une semaine en général; une fois même elle a duré dix jours. Puis elle cesse aussi. Elle reparaît momentanément lorsqu'on effraye le lapin, lorsqu'on le prend par les oreilles. Mais après une dizaine de jours on ne remarque sur les animaux opérés plus rien d'anormal que les effets persistants de la section du sympathique.

» Le fait que l'exophthalmie est plus accentuée du côté où le sympathique est coupé me semble digne de remarque. Cela s'expliquerait facilement par la paralysie du muscle orbitaire de Muller (causée par la section du sympathique), si la simple ligature des deux veines jugulaires externes produisait une exophthalmie quelque peu accentuée. Mais l'exophthalmie qui suit la ligature des veines jugulaires est moins prononcée et disparaît beaucoup plus vite que l'exophthalmie produite par la même opération compliquée de la section unilatérale du grand sympathique. Puis il me semble, comme M. Boddaert l'a remarqué, que la simple ligature des veines ne provoque pas toujours la saillie de l'œil.

» R. Lower, qui le premier a étudié les suites de la ligature des veines jugulaires, aurait certainement parlé de ce phénomène. N'a-t-il pas très

bien décrit l'œdème, le larmoiement et la gêne de la respiration (symptôme qui paraît avoir échappé à M. Boddaert)?

» Il paraît même que le rétablissement de la circulation collatérale rencontre plus de difficulté chez le chien (sur lequel Lower fit son expérience) que chez le lapin. Car l'animal opéré par l'illustre physiologiste périt au bout de deux jours : « intra duos dies canis quasi angina suffocatus interiit ». (R. Lower, *Tractatus de corde*, Chap. II.)

» Ce sont bien la dilatation et l'engorgement des veines rétrobulbaires qui poussent le globe oculaire hors de l'orbite. Le tissu adipeux, les glandes orbitaires ne me semblent pas altérés. Une fois, après que l'exophthalmie avait duré dix jours, j'ai observé dans les muscles oculaires des fibres plus opaques qui avaient perdu la striation et qui montraient de nombreuses granulations fines. Peut-être la stase veineuse quelque peu persistante, en amenant des dégénérescences dans les muscles, rend-elle l'exophthalmie durable.

» J'ajouterai que la section du sympathique cervical doit être pratiquée assez bas. L'extirpation du ganglion cervical supérieur n'accentue pas l'exophthalmie causée par la ligature des veines jugulaires.

» Le fait que la section unilatérale du sympathique renforce des deux côtés l'effet de la ligature veineuse n'est pas facile à expliquer; mais il me semble mériter l'attention des pathologistes. Le rapport qu'on pourrait y voir avec le symptôme si caractéristique de la maladie de Basedow est digne d'intérêt. »

ANATOMIE ANIMALE. — *De la variation du bassin chez le Cachalot.* Note de MM. **G. Pouchet** et **H. Beauregard**.

« Nous avons profité du dernier échouement d'un Cachalot sur la côte française, à l'île de Ré ([1]) (janvier 1890) pour étudier sur place la disposition des os pelviens.

» Disons de suite que les conditions dans lesquelles a été fait *in situ*, par l'un de nous, le croquis d'après nature du bassin, ne laissent aucun doute sur l'orientation des parties osseuses enlevées ensuite et préparées à loisir.

([1]) Voir *Comptes rendus*, 31 mars 1890, et *Bulletin de la Soc. de Biologie*, 8 février 1890.

Elles se composent, de chaque côté, d'un ischion volumineux, triangulaire, excavé en dehors, légèrement tordu sur lui-même et dont le bord postérieur élargi s'articule par synchondrose avec le dernier os d'une chaîne de deux os soudés, qui se place parallèlement à l'axe de l'ischion lui-même devant l'excavation de sa face ventrale.

» Le bassin des cétodontes avait été décrit jusqu'à ce jour comme ne comprenant de chaque côté qu'un seul os. La présence de deux os à droite et à gauche chez le Cachalot, signalée par Wall, demeurait douteuse (Flower, P. Gervais) ou même n'était point acceptée (van Beneden, 1888). Le squelette de l'île de Ré que nous avons recueilli pour le cabinet d'Anatomie comparée du Muséum nous présente *trois* os de chaque côté, comme chez les vraies Baleines, mais avec cette différence que la chaîne des deux os soudés est appuyée sur le bord postérieur de l'ischion et non vers son extrémité antérieure.

» Ces rapports de position rendent encore plus incertaine l'homologie de ces deux derniers os, où l'on peut voir indifféremment les rudiments d'un membre, d'un bassin complet, ou même d'os marsupiaux. La phylogénie absolument inconnue des Cétacés laisse le champ ouvert à toutes les suppositions.

» Les deux ischions de notre squelette de l'île de Ré présentent une asymétrie remarquable et qui pourrait faire douter, en toute autre circonstance, qu'ils proviennent du même animal. On sait, et nous avons insisté ailleurs sur ce point, que les Cétacés, même symétriques, comme les Balænides, offrent de fréquents exemples de cette dissemblance du squelette d'un côté à l'autre.

» Nous reportant aux descriptions antérieurement données du bassin osseux du Cachalot, nous relevons quatre formes très différentes, que peut présenter chez cette espèce l'os ischion :

» 1° Forme qu'on pourrait appeler en *houlette*. C'est celle que présentent les deux squelettes de mâle et de vieille femelle provenant des Açores et donnés au Muséum par le Conseil municipal de Paris. (Voy. *Nouv. Arch. du Muséum,* 3e série, t. I, Pl. V, fig. 10 et 11.) Donc le sexe n'a ici aucune influence. On peut, semble-t-il, rapporter à la même variété le bassin de l'animal échoué dans la baie de Botany, décrit et figuré par Wall.

» 2° Forme *sigmoïde* (Flower). C'est celle du bassin de l'individu de Tasmanie, décrit par l'anatomiste anglais, et de deux autres os pelviens qu'il figure également. Ils présentent tous vers le milieu de leur longueur une apophyse saillante.

» 3° Forme *arquée*. Très nette sur l'os pelvien de Cachalot portant dans la collec-

tion huntérienne le n° 2460 et dont le cabinet d'Anatomie comparée possède un moulage. Apophyse très saillante vers la moitié de la longueur de l'os.

» 4° Forme *triangulaire*, offerte par notre Cachalot de l'île de Ré.

» Sur un fœtus de Cachalot, long de $1^m,30$, nous trouvons l'ischion cartilagineux servant d'attache à la fois aux muscles du bulbe uréthral et à un muscle ischio-coccygien. Mais nous trouvons, en plus, couché obliquement sur lui ou plutôt sur son bord externe, un nodule cartilagineux plongé dans le tissu lamineux et donnant attache de son côté à quelques courtes fibres musculaires. Ce nodule, dont le grand axe est oblique, occupe donc une situation telle que, si elle avait dû se maintenir chez l'adulte, elle eût constitué une cinquième variété à ajouter aux précédentes.

» Depuis longtemps, nous avons à diverses reprises (voy. *Ostéologie comparée*, introduction) et en en donnant les raisons, insisté sur ce qu'il y a de vain à rechercher dans les organes internes les caractères propres à distinguer ce qu'on appelle l'*espèce zoologique*. Le but de cette Note est surtout d'appuyer d'un exemple nouveau, et qui nous semble particulièrement concluant, une opinion peu en faveur jusqu'ici près des zoologistes classificateurs. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les caractères de la faune conchyliologique terrestre et fluviatile récemment éteinte du Sahara*. Note de M. **P. Fischer**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La faune conchyliologique de l'extrême sud de nos possessions algériennes est complètement inconnue, soit parce qu'elle a été négligée par les explorateurs, soit à cause des conditions climatériques de cette région et de l'absence de cours d'eaux ou de lacs d'une certaine importance.

» M. J. Dybowski, qui a exploré en 1890 les environs d'El Goléah et principalement la localité d'Ouellen située à 35^{km} au sud d'El Goléah, a rapporté une collection de Mollusques terrestres et fluviatiles trouvés à l'état subfossile, à la surface de bas-fonds aujourd'hui desséchés.

» Ces Mollusques très nombreux en individus appartiennent aux espèces suivantes :

» *Succinea Pfeifferi*, Rossmässler ; *S. nov. sp.*, espèce du groupe du *S. longiscata*, Morelet ; *Limnœa palustris*, Müller ; *L. truncatula*, Müller ; *L. nov. sp.*; *Planorbis Metidjensis*, Forbes ; *P. Rollandi*, Morlet ; *Bulinus Brocchii*, Ehrenberg ; *B. contortus*, Michaud ; *B. nov. sp.*; *Melania tuberculata*, Müller.

» L'ensemble de cette faune aujourd'hui éteinte dans la vallée d'El Goléah indique qu'au moment où elle s'est déposée il existait alors de vastes étangs ou marécages dans lesquels prospéraient des Mollusques d'eau douce dont la taille rappelle celle des plus beaux spécimens des étangs de l'Europe. Ces étangs sahariens avaient une assez large dispersion, d'après la liste des localités visitées par M. Dybowski.

» On peut donc considérer comme établi par la Paléontologie ce fait que le Sahara a changé d'aspect depuis la période géologique la plus récente. Il s'est desséché progressivement et a perdu une partie de sa faune lacustre, puisque trois des espèces de Mollusques signalées ci-dessus ne sont pas connues aujourd'hui à l'état vivant. J'ajouterai que l'examen de coquilles recueillies dans les mêmes conditions par le lieutenant L. Say, près de Temacinin à environ 100 lieues au sud-est d'El Goléah, conduit à des conclusions identiques et que j'y ai trouvé à l'état subfossile une espèce de *Corbicula* (*C. Saharica*, Fischer), genre caractéristique des rivières et des lacs de l'Égypte et de l'Orient.

» L'analyse de la faune conchyliologique subfossile de la vallée d'El Goléah montre ses affinités incontestables avec la faune actuelle de l'Algérie et de la Tunisie à peu de distance du littoral. Quelques espèces citées ci-dessus (*Succinea Pfeifferi*, *Limnœa palustris*, *L. truncatula*, *Bulinus contortus*) sont même européennes, et aucune d'elles n'appartient à un type africain proprement dit, c'est-à-dire à cette grande faune étendue depuis le bassin du Niger jusqu'au voisinage du Cap.

» Par conséquent, la faune conchyliologique terrestre et fluviatile d'El Goléah à 150 lieues du littoral algérien et celle de Temacinin à 250 lieues du même littoral ne sont qu'une dépendance de la région zoologique circaméditerranéenne dont M. E. Blanchard a montré l'autonomie.

» Ces résultats, établis d'après l'étude de matériaux conchyliologiques, n'impliquent nullement une pareille conclusion pour les autres animaux du Sahara. Nous savons aujourd'hui que les divisions de géographie zoologique fixées d'après la présence d'animaux sédentaires comme les Mollusques ne concordent pas toujours avec celles qu'on peut proposer en se fondant sur l'existence d'animaux dont l'aptitude au vol (Oiseaux, Insectes), ou la rapidité de la locomotion (Mammifères ruminants et solipèdes) modifient singulièrement l'aréa de dispersion.

» Il serait extrêmement important, au point de vue de la géographie zoologique, qu'une exploration scientifique pût être dirigée dans les montagnes du Hoggar occupées par les Touaregs. C'est là sans doute que l'on

trouvera la ligne de partage de la faune circaméditerranéenne et de la faune africaine proprement dite.

» M. Dybowski n'a pas recueilli à El-Goléah même le *Cardium edule* Linné, Mollusque d'origine marine, caractéristique des Chotts, des Dayas et des Sebkhas du sud de l'Algérie et de la Tunisie; mais il en a trouvé des valves près de Hassi-el-Hadjer, à moitié route entre Ouargla et El Goléah. Ces valves sont semblables à celles des Chotts El Djérid, Mel'rir et des environs d'Ouargla que j'ai examinées d'après les communications de Roudaire, de P. Bert et de G. Rolland; elles sont minces, rostrées et d'assez petite taille.

» Le *Cardium edule*, qui n'existe plus aujourd'hui sur aucun point de l'intérieur de l'Algérie et de la Tunisie, a vécu à une époque relativement peu ancienne dans des étangs où il était associé à des Mollusques d'origine lacustre ou fluviatile (*Melania, Melanopsis, Planorbis, Bulinus,* etc.). Il est par conséquent caractéristique de la période géologique à laquelle C. Mayer a donné le nom d'*étage saharien*. Son existence sur les points les plus éloignés du Sahara et aux altitudes les plus diverses est due à une acclimatation accidentelle; et son extinction provient vraisemblablement du desséchement et de l'excès de salure des eaux dans lesquelles il a pullulé. Jamais, en effet, la mer n'a pénétré dans le Sahara depuis la fin de la période crétacée; jamais elle n'y a laissé une coquille franchement marine.

» A El Goléah, M. J. Dybowski a reconnu des affleurements crétacés contenant les fossiles suivants: *Neolobites Vibrayeanus* d'Orbigny; *Strombus aff. inornatus* d'Orbigny; *Cerithium aff. Tenouklense* Coquand; *Lima aff. Grenieri* Coquand; *Janira aff. phaseola* d'Orbigny; *Ostrea proboscidea* d'Archiac. Il y a là un mélange de formes connues dans divers horizons de la craie supérieure; mais il est évident que la craie d'El Goléah, qui a été étudiée déjà avec soin par M. G. Rolland, est le prolongement dans le sud du plateau crétacé du Mzab. »

ZOOLOGIE. — *Sur la blastogénèse chez les larves d'*Astellium spongiforme. Note de M. **A. Pizon**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les larves de *Diplosoma Rayneri*, observées par Macdonald ([1]), renfermaient deux ascidiozoïdes au moment de leur éclosion, tandis que

([1]) *Trans. of the Linnean Society*, London, 1859.

celles d'*Astellium spongiforme* (Giard), (*Diplosoma spongiforme*, v. Drasche) en renfermeraient trois d'après M. Giard, et cinq ou six à peu près complètement développés quelques heures après la fixation ([1]).

» Je me suis demandé si de telles différences existaient réellement entre les diverses espèces de Diplosomiens et j'ai suivi le développement des larves d'*Astellium spongiforme* pendant un certain nombre de jours à partir de leur éclosion. Il allait sans dire que ces observations de contrôle ne pourraient avoir de valeur qu'autant que je m'adresserais exactement au même *Astellium spongiforme* qu'a observé M. Giard. J'ai donc apporté le plus grand soin à mes déterminations; et, preuve indirecte de l'exactitude de celles-ci, les larves que j'ai gardées en observation étaient absolument identiques à celles que M. Giard a représentées Pl. XXVI, t. I, des *Archives de Zoologie expérimentale*.

» Elles présentaient l'oozoïte primitif avec sa vésicule des sens, le premier blastozoïte et la masse brunâtre que M. Giard désigne par I^3 dans la figure susmentionnée, et qu'il considère comme l'intestin d'un second blastozoïte.

» Mes recherches m'ont conduit aux résultats suivants :

» 1° Des larves examinées aussitôt après l'éclosion ne présentent rien qui puisse être considéré comme le sac branchial d'un deuxième blastozoïte dont I^3 serait l'intestin primitif.

» 2° Si la masse brune I^3 était réellement un intestin rudimentaire, cet intestin devrait se développer peu à peu, en même temps que le blastozoïte auquel il appartient.

» Or I^3 diminue à mesure que la larve avance en âge; les larves âgées de vingt-quatre heures en présentent encore quelques traces, chez celles de quarante-huit heures il n'existe plus du tout.

» 3° Les larves âgées de vingt-quatre heures ne présentent que deux ascidiozoïdes, le premier étant l'oozoïte dont j'ai suivi la disparition de la vésicule des sens et la dégénérescence de la queue; le deuxième constitue le premier blastozoïte.

» 4° Les larves âgées de quatre jours ne présentent encore que les deux mêmes ascidiozoïdes placés l'un à côté de l'autre, les ouvertures branchiales diamétralement opposées.

» Comme conclusion, la larve d'*Astellium spongiforme* ne possède que deux ascidiozoïdes au moment de son éclosion et non pas trois. En cela,

---

([1]) *Archives Zoolog. expérimentale*, t. I, p. 680.

elle ne diffère pas de celles du *Diplosoma Rayneri* (Macdonald) et du *Diplosoma Kœhleri* (Lahille) ([1]).

» Les tubes ectodermiques qu'aurait chaque ascidiozoïde dans le manteau commun ne se transforment jamais en nouveaux individus, comme l'a avancé M. Giard, et, par suite, les cinq ou six blastozoïtes presque complètement développés qu'il dit avoir observés chez les larves fixées depuis sept ou huit heures, n'existent pas.

» 5° L'étude de larves âgées de vingt-huit heures faite au moyen de séries de coupes au $\frac{1}{150}$ a confirmé mes observations précédentes.

» De plus, ces coupes m'ont montré chez le premier blastozoïte un diverticule très court (il ne s'observe que sur cinq coupes successives) formé aux dépens de la membrane péribranchiale et qui part du fond du sac branchial, près de la naissance de l'œsophage. Tout près de ce premier diverticule s'en trouve un second moins développé et qui n'est guère encore qu'un simple épaississement de la membrane péritonéale : ce sont les deux rudiments du second blastozoïte de la jeune colonie ([2]). »

ZOOLOGIE. — *Sur deux Sporozoaires nouveaux, parasites des muscles des Poissons.* Note de M. **P. Thélohan** ([3]), présentée par M. Ranvier.

« Pendant mon séjour au laboratoire de Concarneau en 1889 et 1890, mon attention fut attirée par la présence, dans les muscles du *Cottus scorpio* et du *Collionymus lyra*, de petites taches d'un blanc de lait, de forme allongée, mesurant en moyenne 5^{mm} à 6^{mm} de long sur 2^{mm} ou 3^{mm} de large. L'examen microscopique me montra bientôt qu'il s'agissait de deux formes nouvelles de sporozoaires.

» Si, en effet, on dilacère une de ces petites tumeurs, on trouve dans le contenu des petits corps ovoïdes très semblables aux spores du parasite de la peau de l'Épinoche signalé par Gluge ([4]) en 1838 et que l'on rapporte en général aux Myxosporidies ([5]). J'ai déjà dans un travail précédent donné les caractères de ces dernières ([6]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CII; 1886.

([2]) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Malacologie du Muséum.

([3]) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Balbiani au Collège de France.

([4]) *Comptes rendus de l'Académie royale de Belgique;* 1838.

([5]) Balbiani, *Leçons sur les Sporozoaires;* 1884.

([6]) Thélohan, *Contributions à l'étude des Myxosporidies* (*Annales de Micrographie;* 1890).

» Sur des coupes du tissu musculaire infecté, on s'aperçoit que les parasites du *Cottus* et du *Callionymus* ont leur siège à l'intérieur même des fibres primitives, mais en même temps on constate entre eux des différences très nettes.

» Chez le *Cottus*, on trouve la fibre primitive augmentée de volume, et comme bourrée de petits kystes sphériques de 15 μ de diamètre environ. Ces petites sphères, entourées d'une mince enveloppe transparente, sont disposées sans ordre, et interposées aux fibrilles qui s'écartent et se contournent pour les loger dans leurs interstices, sans jamais présenter d'altération dans leur structure et sans qu'on cesse d'observer nettement leur striation.

» Dans certains de ces kystes, on trouve les corpuscules ovoïdes ou spores dont j'ai parlé : elles mesurent environ 3 μ de long sur 1,5 à 2 μ de large. Comme dans celles du parasite de l'Épinoche, on trouve à leur grosse extrémité une partie réfractaire à l'action des réactifs colorants; le reste de la spore renferme une petite masse plasmique et un corps qui semble représenter l'élément nucléaire de la spore; il se colore fortement par les réactifs et dans certains cas on peut le décomposer en granules dont le nombre peut s'élever à quatre.

» Dans d'autres kystes, évidemment moins avancés dans leur évolution, on observe un amas de petits globules plasmiques qui mesurent 2,5 à 3 μ de diamètre; à leur centre se trouvent un ou plusieurs grains colorés représentant un noyau. Chacun de ces petits globules est destiné à former une spore.

» Dans les fibres envahies par le parasite, j'ai observé entre les fibrilles de petits corps composés d'une petite masse de plasma, dépourvue d'enveloppe, et d'un noyau. Ils présentent en moyenne 4 μ dans leur grand diamètre et 2,5 à 3 μ de largeur. Il faut, je crois, les considérer comme la première phase du développement du parasite. Je n'exprime toutefois cette opinion qu'avec réserve, n'ayant pas observé une série suffisante de transitions entre ces éléments et les kystes plus âgés pour être absolument affirmatif. Cependant, j'ai observé de petites masses plasmiques renfermant plusieurs noyaux, qui me semblent représenter un stade intermédiaire entre les éléments que je viens de décrire et la phase à globules plasmiques dont j'ai parlé plus haut.

» Chez le Callionyme, le siège du parasite est encore la fibre primitive, mais il se présente sous un aspect tout différent. Ici, en effet, on n'a plus une série de petits kystes logés entre les fibrilles, mais une masse parasi-

taire dépourvue d'enveloppe, et dans laquelle j'ai observé des spores mûres et d'autres en voie de développement.

» Les spores sont un peu plus petites que dans l'espèce précédente et mesurent 2,5 à 3 μ sur 1 μ à 1,5. Leurs caractères sont par ailleurs identiques. A côté de ces spores mûres, j'ai trouvé une phase plus jeune sous forme de petits globules, avec un noyau très net, tantôt disposés en très grand nombre les uns contre les autres, tantôt isolés par groupes de quatre à dix ou douze dans une enveloppe commune.

» Chez le *Cottus*, la structure des fibrilles reste intacte, comme je l'ai dit. Ici, au contraire, la fibre envahie ne tarde pas à s'altérer, son contenu se fragmente et tombe bientôt en dégénérescence vitreuse.

» En 1888, M. Henneguy a signalé un organisme très voisin dans les muscles du *Palæmon rectirostris* (1).

» A ne considérer que leur siège, ces parasites devraient évidemment prendre place dans l'ordre des Sarcosporidies; mais les caractères de leurs spores les en éloignent, et les rapprochent au contraire du parasite signalé par M. Henneguy chez le *Gobius albus* (2) et de celui de l'Épinoche.

» Reprenant l'étude de ce dernier, j'ai été assez heureux pour rencontrer un kyste en pleine évolution et pouvoir suivre à peu près toutes les phases du développement des spores qui n'avait pas encore été étudié. On observe dans le protoplasma du kyste de petits globules pourvus d'un noyau qui s'entourent d'une mince membrane, se divisent et finissent par former de petites sphères remplies d'éléments arrondis nucléés très nombreux qui, plus tard, donneront des spores.

» On voit que ce mode de développement est très analogue à ce que j'ai observé dans les deux formes que j'ai signalées dans cette Note.

» Je propose, pour le parasite de l'Épinoche, la dénomination de *Glugea microspora* (nov. gen., nov. sp.), rappelant le nom du savant belge qui l'a découvert. Autour de cette espèce se groupent le parasite du *Palæmon rectirostris* de M. Henneguy et ceux du Cotte et du Callionyme. Ces organismes forment un petit groupe très naturel, rendu intéressant par les affinités multiples qu'il présente avec les Myxosporidies, les Sarcosporidies et les Microsporidies.

---

(1) HENNEGUY, *Sur un parasite des muscles du Palæmon rectirostris* (*Mémoires du centenaire de la Société philomatique*, p. 163; 1888).

(2) *Loc. cit.*, p. 170.

» Je me propose, d'ailleurs, de consacrer à ces parasites un travail plus étendu, dans lequel un exposé plus complet de mes observations me permettra de mieux préciser leurs caractères et de faire ressortir leurs rapports avec les autres Sporozoaires. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence du nickel natif dans les sables du torrent Elvo près de Biella (Piémont).* Note de M. **Alfonso Sella**, présentée par M. Daubrée.

« En examinant les sables aurifères du torrent Elvo, je remarquai, parmi les produits des derniers lavages pratiqués par les pêcheurs d'or, quelques rares grains d'éclat métallique, ductiles et fortement magnétiques. Je ne saurais mieux caractériser leur aspect extérieur qu'en les comparant aux grains ou aux pépites de platine natif.

» Ces grains sont solubles dans l'acide nitrique et chlorhydrique dilués (quoique non trop facilement dans ce dernier) et donnent lieu à la formation d'un gaz; dans la solution j'ai constaté seulement la présence de fer et de nickel (avec cobalt). Ils décomposent une solution de chlorure mercurique en laissant un dépôt de chlorure mercureux; ils précipitent l'or des solutions de chlorure aurique, mais je n'ai pu observer la précipitation de cuivre dans une solution de sulfate de cuivre.

» M'étant procuré par une recherche extrêmement pénible près d'un décigramme de substance, je passai à une analyse quantitative, exécutée grâce à l'obligeance du directeur, M. Mattirolo, dans le laboratoire du *R. Ufficio Geologico delle Miniere*, à Rome.

» Le minéral fut dissous dans l'eau régale; la séparation du fer d'avec le nickel fut obtenue au moyen de précipitations répétées par l'ammoniaque.

» $0^{gr},1367$ de la substance fournirent $0^{gr},0520$ de Fe^2O^3 correspondant à $0^{gr},0364$ de Fe, et $0^{gr},1308$ de NiO correspondant à $0^{gr},1028$ de Ni.

» L'oxyde de nickel fut redissous dans l'acide chlorhydrique, et dans la solution je pus constater nettement la présence de cobalt, dont la détermination quantitative aurait été certainement possible, si j'avais pu disposer d'une quantité plus grande de matière première.

» Le résultat de l'analyse est donc :

Nickel contenant du cobalt	75,2
Fer	26,6
	101,8

» Cette composition se rapproche beaucoup de celle qui correspond à l'al-

liage Ni^3Fe, qui donne le 75,9 pour 100 de Ni et le 24,1 pour 100 de Fe. Il serait cependant prématuré d'assigner sans autres preuves la formule Ni^3Fe au minéral; car il y a raison de douter que tous les grains aient la même composition. En effet, en les examinant avec attention, on en voit quelques-uns présenter une couleur blanche d'argent ou jaune, tandis que d'autres tendent au gris d'acier. Lorsque je pourrai disposer d'un matériel suffisant, il sera possible de résoudre la question et même de tenter une séparation, en me servant de l'élégante méthode proposée, dans un cas analogue, par M. Stanislas Meunier, qui consiste à chauffer les grains à l'air; ceux-ci prennent alors des couleurs différentes, si leur composition n'est pas la même.

» Une détermination approximative de la densité du minéral m'a fourni le chiffre 7,8. Les grains possèdent une force coercitive magnétique très sensible.

» Les sables dans lesquels se trouve le minéral ont été recueillis dans le torrent Elvo, entre Salussola, Magnonevolo et Cerrione, près de la grandiose moraine latérale gauche de l'ancien glacier qui descendait de la vallée d'Aoste, et à quelques kilomètres en aval des célèbres plaines de la Bessa, où, selon la tradition, existaient d'anciens lavages d'or déjà mentionnés par Pline.

» Dans la vallée de l'Elvo, il n'existe nulle part des officines métallurgiques, et l'on n'y connaît non plus aucun gîte exploité de pyrrhotine nickélifère qui aurait pu servir à l'extraction du nickel. D'ailleurs on sait que, avant 1878, le nickel employé pour les objets d'industrie contenait de fortes proportions de cuivre, tandis que je n'ai pu constater la présence de ce dernier corps dans le minéral en question. Je crois donc qu'il n'est pas possible d'admettre que les paillettes trouvées soient un produit de l'industrie humaine.

» Cela étant établi, quelle est alors l'origine de ces paillettes? L'idée qui se présente d'abord, c'est que le minéral serait d'origine météoritique, ce que paraîtrait confirmer la présence observée dans les mêmes sables de ces grains magnétiques de forme sphéroïdale, auxquels on a attribué une origine cosmique [1].

» J'ai pensé quelque temps que cette explication était la seule possible; mais, surtout après quelques observations qui m'ont été faites à ce propos par M. Daubrée, j'ai modifié mon opinion à cet égard.

» D'abord, il n'est nullement prouvé que ces grains sphéroïdaux magnétiques soient toujours d'origine cosmique.

» D'après la quantité souvent considérable de fer allié avec le platine

(1) Stanislas Meunier, *Météorites*, p. 307 et suiv. (*Encyclopédie chimique Frémy*).

natif provenant de roches serpentineuses, la présence du fer natif est plus répandue dans les roches terrestres qu'on ne l'admet ordinairement (¹).

» La présence du nickel natif dans les sables de l'Elvo n'aurait donc rien d'étonnant; car ces sables sont le produit d'un lavage sur grande échelle exécuté par le torrent sur une quantité énorme de matériaux, ainsi qu'il est démontré par la présence d'or, de magnétite en quantité et d'autres minéraux pesants (hématite, rutile, zircone, etc.).

» Cette découverte du nickel natif viendrait ainsi se placer à côté de celle du fer natif nickélifère d'Ovifak, pour établir un nouveau rapprochement entre les roches terrestres et les masses météoritiques, notamment avec les holosidères qui, comme ceux d'Octibbeha et de Sainte-Catherine, ont une teneur très élevée en nickel (²). »

GÉOLOGIE. — *Sur le bassin houiller du Boulonnais.* Note de M. **A. Olry.**

« Dans la région de leurs affleurements, près de Marquise, les terrains primaires du Bas-Boulonnais sont divisés en deux parties bien différentes par la faille de Ferques, dirigée de l'est-sud-ouest à l'ouest-nord-ouest, avec forte inclinaison vers le sud. Au nord et à proximité de cet accident, ils sont régulièrement stratifiés et se développent presque parallèlement à lui; contre la faille même, on a exploité, vers l'ouest, entre Ferques et Leulinghen, une bande houillère très étroite. Au sud, au contraire, on observe une allure ondulée : c'est là que se trouvent, à l'est, les exploitations bien connues d'Hardinghen, comprises entre la faille de Ferques et une autre plongeant également vers le midi; le terrain houiller y est recouvert, en totalité ou en partie, au couchant, par le calcaire carbonifère, dont le sépare une troisième faille qui, à sa rencontre avec les puits de la Providence, Renaissance et du Souich, est inclinée en sens inverse des précédentes.

» En face des anciens puits de Ferques et de Leulinghen, deux sondages distants de 1750^m, et situés l'un à Hidrequent à 400^m, l'autre à Blecquenecques à 600^m au sud de la faille de Ferques, ont atteint le terrain houiller, le premier à 345^m, le second à 435^m de profondeur, et ont recoupé plusieurs veines de houille. On a admis jusqu'à présent qu'ils ont traversé tous deux la faille de Ferques, et qu'ils ont exploré au-dessous d'elle

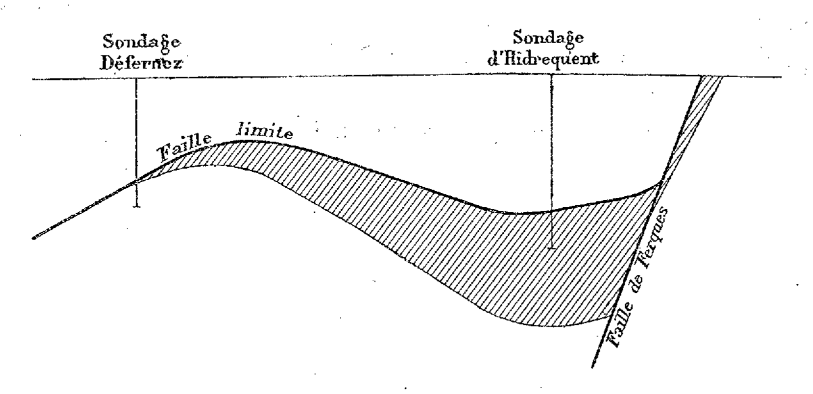
(¹) Daubrée, *Géologie expérimentale*, p. 546 et suiv.; 1879.
(²) Lawrence Smith, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 843.

le prolongement du gisement dont elle côtoie l'affleurement au sud. Dès lors, l'inclinaison moyenne de la faille entre cet affleurement et les sondages ne serait que de 35° à 40°, alors qu'elle est notablement plus forte au voisinage du sol; il faut donc supposer, en outre, que cette faille s'aplatit peu à peu en profondeur, et qu'en même temps la puissance de la bande houillère devient telle que la sonde ait pu s'y enfoncer, sans en sortir, sur 105^m de hauteur verticale à Hidrequent et sur 111^m à Blecquenecques.

» Cette hypothèse nous paraît à rejeter. Si, en effet, on chemine vers l'ouest le long et au sud de la faille de Ferques, on constate que la profondeur à laquelle on rencontre le terrain houiller d'Hardinghen augmente progressivement. A l'est, dans les anciennes fosses, ce terrain affleure, ou n'est recouvert que par des couches minces de jurassique et de crétacé. Puis on voit apparaître au-dessus de lui le calcaire carbonifère, et il faut déjà descendre à 176^m pour l'atteindre à la fosse de la Providence. La surface de séparation du terrain houiller d'Hardinghen et du calcaire de recouvrement s'enfonce donc à mesure qu'on s'avance vers l'ouest, et il est naturel de penser que c'est elle qui a été atteinte au niveau de 345^m à Hidrequent et au niveau de 435^m à Blecquenecques.

» Nous sommes d'avis, en conséquence, que le gisement reconnu à ces deux sondages ne se relie pas à celui de Ferques, qu'il est la continuation de celui d'Hardinghen, et qu'il est situé au midi, c'est-à-dire au-dessus de la faille de Ferques. D'autre part, vers le méridien d'Hénichart, les assises primaires présentent, entre la faille de Ferques et celle du midi, un pli anticlinal qui ramène au jour le calcaire carbonifère constituant le fond du bassin et partage ainsi le terrain houiller en deux zones distinctes. Nous pensons que cette allure se continue lorsqu'on se dirige vers Leulinghen; nous admettons en outre, avec M. Breton, qu'il y a identité entre la faille de refoulement du midi et celle qui, aux fosses de la Providence, Renaissance et du Souich, sépare le terrain houiller du calcaire de recouvrement, cette dernière n'étant autre chose que la précédente affaissée à proximité et le long de la faille de Ferques, comme conséquence de la formation du pli que dessinent les terrains inférieurs. Nous sommes ainsi conduit à donner la coupe verticale schématique ci-contre de la formation houillère entre Ferques et Hidrequent. Nous conservons à la faille de Ferques, en profondeur, l'inclinaison qu'elle a en affleurement, et nous relevons la faille limite contre elle, en conformité de ce qui existe, du côté de l'est, à la fosse Espoir. Les sondages d'Hidrequent et de Blecquenecques ont d'ailleurs traversé des bancs houillers plongeant au sud.

» Cette coupe cadre avec les résultats du sondage Défernez qui a trouvé, à 1100^{m} au midi de celui d'Hidrequent, un peu de schistes gris entre deux calcaires. De plus, une voie de fond creusée à la fosse de la Providence, dans la Veine à bouquettes, niveau de 307^{m}, est arrivée jusqu'à 900^{m} environ au sud-est du sondage d'Hidrequent, sans avoir été arrêtée par aucun accident. La continuité des gisements d'Hardinghen et d'Hidrequent-Blecquenecques a été ainsi contrôlée matériellement, d'une façon presque complète, sur un parcours de plus de 6^{km}, et il est permis de croire que le terrain houiller s'étend bien au delà de Blecquenecques, recouvert par une épaisseur de plus en plus forte de calcaire, et peut-être aussi de terrain dévonien. Le sondage de Witerthun l'aurait vraisemblablement rencontré, si on l'avait approfondi jusque vers le niveau de 800^{m}.



» Nous devons encore signaler la grande ressemblance qui existe entre la coupe qui précède et une coupe transversale du bassin de Valenciennes. La faille de Ferques joue le rôle du cran de retour d'Anzin, reporté vers le Nord, et il n'y a de différence réelle de l'une à l'autre qu'en ce qui concerne l'affaissement de la faille limite vers le milieu du bassin.

» Cette analogie nous porte à croire que le bassin du Boulonnais n'est autre chose que le prolongement de celui du Pas-de-Calais. Cependant, les assises houillères y offrent des caractères spéciaux. En outre, on a exploité, aux fosses des Plaines, sous le grès des plaines, deux veines de charbon à 35 pour 100 de matières volatiles interstratifiées dans le calcaire carbonifère et inconnues dans le Pas-de-Calais. Les sondages dévoniens de Guines et celui de Calais, qui a été arrêté dans un grès calcaire appartenant sans doute à l'étage carbonifère, donnent enfin au silurien de Caffiers l'apparence d'une crête que l'on peut être tenté d'assimiler à celle du Condros. En ce cas, le bassin du Boulonnais appartiendrait à la grande

vallée de Dinant, et il faudrait chercher la continuation de celle de Namur vers le nord ou le nord-est. La découverte récemment faite au sondage de Douvres ne peut malheureusement guère éclairer cette question, ni celle de l'extension de la formation houillère du Boulonnais jusqu'en Angleterre, car ce sondage ne nous semble avoir recoupé que des lignites appartenant à la base de l'oolithe, étage bajocien, pareils à ceux qui existent près de la gare de Marquise, et à ceux qui ont été rencontrés vers 300^{m} au sondage de Boulogne. La solution du problème reste donc indécise et appelle de nouvelles recherches. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note intitulée : « La période solaire du 25 novembre, les essaims périodiques du 27 au 29 novembre 1890, et les phénomènes météorologiques en Bohême » ; et une autre Note intitulée : « La périodicité des grandes éruptions volcaniques. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 12 janvier 1891.)

Note de M. *H. Faye*, Sur l'hypothèse du sphéroïde.

Page 75, ligne 14, *au lieu de* Laplace, *lisez* Newton.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JANVIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Pendule isochrone;* par M. **Phillips** (1).

« On sait que le pendule n'est pas isochrone et que ses oscillations sont d'autant plus lentes que leur amplitude est plus grande. Ce défaut est sans inconvénient quand le moteur de l'instrument d'horlogerie est un poids, parce que, alors, l'amplitude des oscillations ne varie sensiblement pas. Il n'en est plus de même quand le moteur est un ressort ou quand le pendule doit osciller libre. Aussi, depuis l'application faite par Huygens du pendule aux horloges, de nombreuses mais vaines tentatives ont-elles été faites pour corriger ce défaut. La disposition que j'ai l'honneur de faire

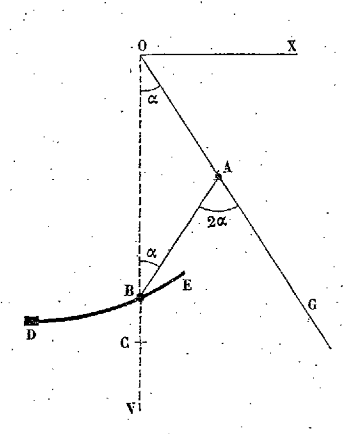
(1) Cette Note est extraite d'un Mémoire plus étendu, qui sera publié prochainement.

connaître à l'Académie, et à laquelle j'ai été conduit après de longues recherches, réalise l'isochronisme du pendule.

» La disposition dont il s'agit est indiquée par la figure ci-dessous.

» OG est à un instant quelconque l'axe de figure du pendule dont le centre de gravité est G et dont l'axe de rotation est projeté en O.

» DBE est un petit ressort que l'on peut supposer formé d'une lame prismatique rectangulaire en acier, encastrée en D où sa tangente est horizontale et perpendiculaire à l'axe O. Son extrémité E est libre et dépasse



un peu la verticale OV. Il est relié au pendule par une bielle AB, de petite section et de très faible masse, articulée, d'une part en A avec le pendule et d'autre part en B avec le point du ressort qui est sur la verticale OV dans la position d'équilibre, et qui est alors en C sur OV, de sorte que $OC = OA + AB$. D'ailleurs $OA = AB$ et le triangle OAB est isoscèle.

» Le mécanisme est disposé de manière que l'on puisse faire varier, comme moyen de réglage de l'isochronisme, la longueur utile du ressort, c'est-à-dire celle comprise entre le point d'encastrement D et le point B. On peut aussi faire varier l'armure du ressort, c'est-à-dire sa tension dans la position d'équilibre.

» Je passe à la théorie de l'appareil, pour laquelle je supposerai que l'on puisse négliger le poids et les forces d'inertie de la bielle AB (¹).

» Soient

P le poids du pendule seul;

φ l'armure du ressort ou sa tension dans la position d'équilibre;

(¹) Dans le Mémoire dont cette Note est un extrait, j'ai tenu compte du poids et des forces d'inertie de la bielle AB.

OG $= a$, OA $=$ AB $=$ R, VOA $=$ OBA $= \alpha$, BAG $= 2\alpha$, CB $= f$ et $\imath$ le coefficient de flexibilité du ressort, c'est-à-dire sa flexion sous une charge égale à l'unité appliquée au point B.

» On a

$$f = 2R(1 - \cos\alpha).$$

» Soit F la force verticale et dirigée de haut en bas, exercée en B par le ressort sur la bielle AB.

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &F = \varphi + \frac{f}{i}.\\ &\text{Donc}\\ &F = \varphi + \frac{2R}{i}(1 - \cos\alpha).\end{aligned}\right.$$

» La force F peut se décomposer en deux autres : l'une, horizontale et qui peut être négligée, car son travail virtuel est nul, et l'autre, une traction, dirigée suivant la bielle et égale à $\frac{F}{\cos\alpha}\cdot$ Celle-ci, supposée appliquée au point A, se décompose en deux autres : l'une, dirigée suivant OG et qui peut être négligée puisque son moment par rapport à l'axe O est nul, et l'autre, perpendiculaire à OG et égale à

$$\frac{F}{\cos\alpha}\sin 2\alpha = 2F\sin\alpha.$$

» Le moment de cette dernière par rapport à l'axe O est égal à

$$2FR\sin\alpha,$$

ou, en remplaçant F par sa valeur (1) et ayant égard au signe, égal à

$$-2R\sin\alpha\left[\varphi + \frac{2R}{i}(1 - \cos\alpha)\right].$$

» D'ailleurs le moment du poids P par rapport à l'axe O est $-\mathrm{P}a\sin\alpha$.

» Donc, A étant le moment d'inertie du pendule, l'équation de son mouvement est

$$A\frac{d^2\alpha}{dt^2} = -\sin\alpha\left[Pa + 2R\varphi + \frac{4R^2}{i}(1 - \cos\alpha)\right].$$

» Le second membre de cette équation est une fonction impaire de α, laquelle, par conséquent, étant développée suivant les puissances croissantes de α, n'en contient que celles de degré impair. S'il ne s'y trouvait

que le terme contenant comme facteur la première puissance de α, on aurait l'isochronisme. Or, si nous convenons de négliger les termes contenant comme facteur la cinquième puissance et les puissances supérieures de α (1), il suffit, pour obtenir ce résultat, d'égaler à zéro le coefficient du terme qui contient α^3 comme facteur.

» En négligeant les termes du cinquième ordre et des ordres supérieurs en α, l'équation précédente peut s'écrire

$$(2) \qquad \mathrm{A}\frac{d^2\alpha}{dt^2} = -\left(\alpha - \frac{\alpha^3}{6}\right)\left(\mathrm{P}a + 2\mathrm{R}\varphi + \frac{2\mathrm{R}^2}{i}\alpha^2\right).$$

» Afin d'obtenir l'isochronisme, j'égale à zéro le coefficient de α^3, ce qui donne

$$\frac{2\mathrm{R}^2}{i} - \frac{1}{6}(\mathrm{P}a + 2\mathrm{R}\varphi),$$

équation qui détermine le coefficient de flexibilité i du ressort et qui se réduit, avec une approximation très suffisante dans la pratique, à

$$(3) \qquad \frac{2\mathrm{R}^2}{i} = \frac{\mathrm{P}a}{6}.$$

» L'équation (2) devient alors

$$\mathrm{A}\frac{d^2\alpha}{dt^2} = -(\mathrm{P}a + 2\mathrm{R}\varphi)\alpha.$$

» On en conclut que le pendule s'écarte également de part et d'autre de la verticale et, en l'intégrant, on a, en désignant par T la durée d'une oscillation simple,

$$(4) \qquad \mathrm{T} = \pi\sqrt{\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{P}a + 2\mathrm{R}\varphi}}.$$

» Voici maintenant comment, au moyen de (3), on peut déterminer une infinité de ressorts satisfaisant à la condition de l'isochronisme.

» Soient

E le coefficient d'élasticité du ressort ;
L sa longueur utile ;
l sa largeur ;
e son épaisseur.

(1) Dans mon Mémoire principal, j'ai montré qu'on peut négliger ces termes.

» On a, en supposant $E = 20 \times 10^9$,

$$i = \frac{L^3}{5 \times 10^9 le^3}.$$

» En égalant cette valeur de i à celle donnée par (3), on a

$$(5) \qquad \frac{e}{L} = \frac{1}{1000} \sqrt[3]{\frac{Pa}{60 l R^2}}.$$

» Cette formule détermine le rapport $\frac{e}{L}$, en supposant qu'on se donne la largeur l du ressort ainsi que R.

» Il faut en outre s'arranger pour que l'allongement proportionnel maximum du ressort, pendant le mouvement, ne dépasse pas une limite déterminée γ.

» Or, en appelant f_1 la flexion correspondant à l'armure φ du ressort et f_0 le maximum de f, d'où résulte que la flexion totale maximum est $f_1 + f_0$, on voit facilement que l'allongement proportionnel maximum du ressort, qui a lieu pour le maximum α_0 de α, est

$$\frac{3e}{2L^2}(f_1 + f_0).$$

» Il faut donc que l'on ait

$$\frac{3e}{2L^2}(f_1 + f_0) < \gamma,$$

d'où, en observant que $f_0 = R\alpha_0^2$,

$$(6) \qquad L > \frac{3}{2\gamma}(f_1 + R\alpha_0^2)\frac{e}{L}.$$

» Cette formule fait connaître la valeur minimum de L après qu'on a déterminé le rapport $\frac{e}{L}$. »

M. **Wolf**, en déposant ce Mémoire sur le Bureau de l'Académie, ajoute :

« Le Mémoire que Mme Phillips a bien voulu me charger de présenter à l'Académie est le dernier travail de notre regretté Confrère, qui l'a laissé entièrement rédigé et prêt pour l'impression. Les expériences auxquelles a donné lieu la vérification du principe théorique de l'appareil ont été faites à l'Observatoire, sur une pendule installée dans mon cabinet et par

les soins de M. Rozé d'abord, puis de mon assistant, M. Guénaire. C'est à cette circonstance que je dois l'honneur d'en entretenir aujourd'hui l'Académie.

» L'extrait qui précède avait été préparé par M. Phillips lui-même pour nos *Comptes rendus*. Je crois devoir y ajouter seulement deux des séries d'expériences sur la marche de la pendule avec et sans l'appareil d'isochronisme.

EXPÉRIENCES SUR LA PENDULE SANS RESSORT NI BIELLE.

Température.	Dates.	Marches diurnes.	Moyennes.
	Expériences aux grands arcs 2°.		
6°,5	13-14 janvier 1887..........	$-47^s,44$	$-46^s,97$
6	14-15 »	$-46,74$	
6	15-17 »	$-46,73$	
	Expériences aux petits arcs 1°.		
6	17-18 février 1887..........	$-41,48$	$-41^s,65$
6	18-19 »	$-41,58$	
6,5	19-20 »	$-43,48$	
7	20-22 »	$-40,18$	
7	22-24 »	$-41,55$	
	Retour aux grands arcs.		
7	24-25 février 1887..........	$-47,39$	$-47^s,67$
6,5	25-26 »	$-47,86$	
7	26-27 »	$-47,77$	
7,5	27-28 »	$-47,68$	

EXPÉRIENCES FAITES AVEC LE RESSORT DE $0^{mm},50$ D'ÉPAISSEUR, $0^m,005$ DE LARGEUR ET $0^m,1085$ DE LONGUEUR UTILE. TEMPÉRATURE SENSIBLEMENT CONSTANTE.

Dates.	Marches diurnes.	Moyennes.
Expériences aux petits arcs.		
26-28 juin 1886............	$-33^s,31$	$-33^s,36$
28-29 »	$-33,60$	
29-30 »	$-33,17$	

Dates.	Marches diurnes.	Moyennes.
Expériences aux grands arcs.		
1-3 juill. 1886	$-33^s,70$	
3-5 »	$-33,57$	
5-6 »	$-34,36$	
6-7 »	$-33,78$	
7-8 »	$-33,64$	
8-9 »	$-33,53$	$-33^s,38$
9-10 »	$-33,07$	
10-16 »	$-32,82$	
16-17 »	$-33,03$	
17-20 »	$-32,90$	
Retour aux petits arcs.		
20-21 juill. 1886	$-33,11$	
21-22 »	$-33,21$	$-33^s,17$
22-23 »	$-33,18$	
Moyenne des marches aux petits arcs		$-33^s,26$
Moyenne des marches aux grands arcs		$-33^s,38$

» L'isochronisme est à peu près parfait. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation approchée des fonctions.* Note de M. ÉMILE PICARD.

« Dans un Mémoire récent (¹), M. Weierstrass s'est occupé de la représentation approchée d'une fonction continue arbitraire d'une variable réelle. En suivant une tout autre voie que l'illustre géomètre, on peut retrouver d'une manière très élémentaire quelques-uns de ses principaux résultats; c'est ce que je me propose d'indiquer dans cet Article.

» **1.** Nous partirons de l'intégrale célèbre de Poisson

$$I = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1-r^2}{1-2r\cos(\psi-\varphi)+r^2} f(\psi)\,d\psi.$$

(¹) Le Mémoire de M. Weierstrass a été traduit dans le Journal de M. Camille Jordan, en 1886.

I est une fonction de r et de φ, et on sait que, pour $r < 1$, on a le développement

$$I = \frac{a_0}{2} + r(a_1 \cos\varphi + b_1 \sin\varphi) + \ldots + r^m(a_m \cos m\varphi + b_m \sin m\varphi) + \ldots.$$

» Supposons que la fonction $f(\psi)$ soit continue, avec la période 2π, et soit g le maximum de ses valeurs absolues. En raisonnant comme le fait M. Schwarz dans son Mémoire sur l'intégrale de Poisson, on établit immédiatement que, étant donné à l'avance un nombre ε fixe, mais aussi petit qu'on veut, on peut trouver un angle suffisamment petit δ, tel que

$$|I - f(\varphi)| < \varepsilon + \frac{g(1-r^2)}{r(1-\cos\delta)},$$

et cela quel que soit r. On peut choisir r suffisamment voisin de *un*, pour que

$$\frac{g(1-r^2)}{r(1-\cos\delta)} < \varepsilon.$$

Soit $r_1 < 1$ une valeur de r satisfaisant à cette inégalité; r_1 étant ainsi choisi va rester fixe. Nous avons alors, en désignant par I_1 la valeur de I pour $r = r_1$

$$|I_1 - f(\varphi)| < 2\varepsilon,$$

quel que soit φ. Or la série

$$I_1 = \frac{a_0}{2} + r_1(a_1 \cos\varphi + b_1 \sin\varphi) + \ldots + r_1^m(a_m \cos m\varphi + b_m \sin m\varphi) + \ldots,$$

dont les termes sont des fonctions de φ, est *uniformément* convergente. Ses termes sont moindres, en effet, que ceux de la série

$$4g\Sigma r_1^m.$$

» En prenant m assez grand pour que, dans cette dernière série, le reste correspondant soit moindre que ε, le reste de la série qui représente I_1 sera moindre que ε, en valeur absolue, *quel que soit* φ. Choisissons m de cette sorte, on aura alors une suite *finie* de Fourier

$$F(\varphi) = A_0 + A_1 \cos\varphi + B_1 \sin\varphi + \ldots + A_m \cos m\varphi + B_m \sin m\varphi$$
$$(A_m = a_m r_1^m,\ B_m = b_m r_1^m),$$

telle que

$$|I_1 - F(\varphi)| < \varepsilon$$

et, par suite,

$$|f(\varphi) - F(\varphi)| < 3\varepsilon.$$

On peut donc trouver une suite finie de Fourier $F(\varphi)$, *telle que* $f(\varphi)$ *puisse être représentée par* $F(\varphi)$ *avec l'approximation donnée à l'avance* 3ε.

» 2. Nous avons supposé, dans ce qui précède, que la fonction $f(\varphi)$ était continue de o à 2π avec la période 2π. Soit maintenant $f(\varphi)$ une fonction déterminée et continue dans un intervalle (α, β) moindre que 2π, on pourra, sur la portion de la circonférence de rayon *un*, où $f(\varphi)$ n'est pas déterminée, prendre une fonction continue quelconque se raccordant avec la première en α et β. A la fonction ainsi déterminée sur toute la circonférence, on peut appliquer les considérations précédentes, et notre fonction $f(\varphi)$ se trouve alors représentée par une suite *finie* de Fourier $F(\varphi)$, avec une approximation donnée à l'avance, pour toute valeur de φ entre α et β.

» De ce théorème nous pouvons conclure immédiatement un des théorèmes de M. Weierstrass. La fonction $F(\varphi)$ peut être développée en série ordonnée suivant les puissances croissantes de φ,

$$F(\varphi) = \alpha_0 + \alpha_1\varphi + \ldots + \alpha_n\varphi^n + \ldots,$$

» La série précédente est uniformément convergente dans l'intervalle (α, β); on peut donc prendre n assez grand pour que, en posant

$$P(\varphi) = \alpha_0 + \alpha_1\varphi + \ldots + \alpha_n\varphi^n,$$

on ait, *quel que soit* φ *entre* α *et* β,

$$|F(\varphi) - P(\varphi)| < \varepsilon,$$

et, par conséquent, d'après l'inégalité du paragraphe précédent,

$$|f(\varphi) - P(\varphi)| < 4\varepsilon.$$

» *Ainsi,* ε *étant donné à l'avance, on peut représenter la fonction* $f(\varphi)$, *continue dans l'intervalle* (α, β), *au moyen d'un polynôme* $P(\varphi)$ *avec une approximation au moins égale à* 4ε.

» Je rappelle, sans insister, que M. Weierstrass déduit immédiatement de la proposition précédente la possibilité de développer toute fonction continue $f(x)$ d'une variable réelle entre α et β en une série de la forme

$$f_0(x) + f_1(x) + \ldots + f_n(x) + \ldots,$$

les f étant des polynômes, cette série étant uniformément et absolument convergente. Le développement est d'ailleurs possible d'une infinité de manières.

» 3. Les considérations précédentes s'étendent d'elles-mêmes aux fonctions d'un nombre quelconque de variables. Bornons-nous à deux variables; on prendra alors l'intégrale analogue à celle de Poisson

$$I = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{1-r^2}{(1-2r\cos\gamma+r^2)^{\frac{3}{2}}}f(\theta',\psi')\sin\theta'\,d\theta'\,d\psi',$$

où

$$\cos\gamma = \cos\theta\cos\theta' + \sin\theta\sin\theta'\cos(\psi-\psi').$$

I est une fonction de r, θ, ψ. On démontrera d'abord que toute fonction $f(\theta, \psi)$, continue sur toute la sphère de rayon *un*, est représentable par une suite *limitée* de fonctions Y_n de Laplace, avec une approximation au moins égale à ε, et de là on conclura que *toute fonction continue des deux variables réelles x et y dans un certain domaine peut être représentée par un polynôme* $P(x, y)$, *avec une approximation au moins égale à une quantité d'ailleurs quelconque* ε.

» Il en résultera encore que la fonction $f(x, y)$ peut être développée en une série absolument et uniformément convergente

$$f_0(x,y) + f_1(x,y) + \ldots + f_n(x,y) + \ldots,$$

les f étant des polynômes en x et en y. »

OPTIQUE. — *Sur une expérience récente, déterminant la direction de la vibration dans la lumière polarisée.* Note de M. **A. Cornu.**

« Le problème de la direction des vibrations de la lumière polarisée manquait, jusqu'à ces derniers temps, d'une solution expérimentale directe. Fresnel, il est vrai, avait apporté tant de considérations décisives tirées des lois de la réflexion ou de la double réfraction de la lumière en faveur de la normalité de la vibration au plan de polarisation, qu'aucun doute à ce sujet ne subsistait dans l'esprit de la plupart des physiciens. Toutefois l'obtention d'une preuve expérimentale directe était désirable : l'Académie l'avait mise plusieurs fois au concours, mais aucune réponse n'avait apporté la solution définitive de la question.

» L'Académie apprendra sans doute avec intérêt que cette démonstra-

tion vient d'être faite et qu'elle a été obtenue précisément dans la voie que la Commission du prix Bordin pour 1867 avait honorée d'une récompense presque égale à la valeur du prix. L'auteur du Mémoire couronné, M. W. Zenker, de Berlin [1], avait proposé une méthode que le rapporteur de la Commission, M. Fizeau, résumait ainsi :

« .... Si l'on suppose que l'on fasse interférer deux rayons qui se rencontrent sous un angle de 90° en les polarisant l'un et l'autre de la même manière, soit parallèlement au plan formé par les deux rayons qui se croisent, soit normalement à ce plan, on peut prévoir que les effets d'interférence seront influencés d'une manière décisive par la direction réelle des vibrations dans les rayons polarisés.

» .... Vos Commissaires ont été unanimes à reconnaître le mérite distingué du Mémoire n° 1, ...; ils n'auraient pas hésité à donner le prix à ce travail, s'il n'était résulté de la discussion à laquelle ils se sont livrés qu'il subsiste encore quelque incertitude sur l'efficacité des moyens très habilement combinés par l'auteur pour assurer le succès de son expérience. »

» Il manquait en effet un moyen expérimental efficace pour mettre en évidence l'influence mutuelle des rayons polarisés se coupant à angle droit, les franges d'interférence devant être fort difficiles à séparer à cause de leur extrême finesse. Parmi les moyens suggérés par l'auteur figurait l'emploi de la Photographie; mais aucune suite ne fut donnée à ce projet d'expérience qui, finalement, paraît être tombé dans l'oubli.

Le problème expérimental semblait donc insoluble dans cette voie, lorsque récemment [2] M. O. Wiener, à Strasbourg, sans avoir connaissance des recherches de M. Zenker, le reprit sous une forme légèrement modifiée qui lui permit d'en obtenir la solution. Une comparaison avec les phénomènes acoustiques permettra de montrer le point essentiel de la nouvelle méthode.

» On sait que les mouvements vibratoires d'une onde permanente, réfléchis normalement (sur le fond d'un tuyau sonore, par exemple), se composent avec ceux de l'onde directe, en donnant naissance aux *nœuds* où les déplacements s'annulent et aux *ventres* où ils se doublent.

» On montre dans les cours cette composition des déplacements à l'aide d'une membrane exploratrice, tendue sur un petit cadre, qu'on introduit avec un fil dans le tuyau sonore. La membrane signale l'état vibratoire de

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 932 et 1255; t. LXVII, p. 115.

(2) Otto Wiener, *Stehende Lichtwellen und die Schwingungsrichtung polarisirten Lichtes* (*Wiedemann's Annalen*, Band XL, p. 203; 1890).

la tranche mobile où elle se trouve par un grincement caractéristique, maximum aux ventres, nul aux nœuds.

» M. Wiener reproduit d'abord cette expérience avec les ondes lumineuses photogéniques, en remplaçant la membrane par une pellicule photographique extrêmement mince, assez transparente pour laisser un libre passage aux deux ondes se croisant à sa surface et néanmoins assez sensible pour être impressionnée par les vibrations d'amplitude maximum. Avec la lumière, les plans des nœuds et des ventres successifs sont séparés par un intervalle extrêmement petit (un quart de longueur d'onde, soit environ $\frac{1}{10000}$ de millimètre); mais, en réglant l'inclinaison de la pellicule exploratrice, on arrive à couper très obliquement ces plans, de manière à écarter beaucoup la distance de leurs traces; les vibrations lumineuses photogéniques donnent une impression sur les lignes où leurs amplitudes s'ajoutent et n'altèrent pas la couche sensible sur les lignes nodales où les amplitudes s'annulent : de là l'apparition de véritables franges lorsqu'on développe la pellicule comme un cliché photographique.

» M. Wiener applique alors cette pellicule exploratrice à l'étude des mouvements vibratoires résultants, existant au voisinage d'une surface sur laquelle un large faisceau polarisé se réfléchit sous l'incidence de 45°. Les ondes incidente et réfléchie se coupent sous un angle droit comme dans le projet de M. Zenker; les vibrations ne peuvent donc ajouter ou retrancher leurs amplitudes que si leurs directions sont parallèles, ce qui n'aura lieu que dans le cas où les vibrations sont normales au plan d'incidence.

» L'expérience est très concluante parce qu'elle offre simultanément et dans des conditions identiques les deux cas entre lesquels il faut trancher : le faisceau incident traverse un rhomboïde de spath d'Islande qui donne côte à côte deux faisceaux, l'un polarisé dans le plan d'incidence, l'autre dans le plan perpendiculaire : la pellicule offre alors deux plages contiguës, l'une impressionnée d'une manière uniforme, c'est-à-dire sans trace d'action mutuelle, l'autre sillonnée de franges; c'est celle qui correspond à la polarisation dans le plan d'incidence : les vibrations y sont donc normales à ce plan.

» Les vibrations de la lumière polarisée sont donc normales au plan de polarisation.

» Cette belle expérience, complément longtemps désiré de celle de Fresnel et Arago, mérite de faire époque dans l'histoire de l'Optique : elle renverse définitivement les théories qui placent la vibration dans le plan de

polarisation de la lumière, comme celle de Mac-Cullagh et Neumann; par contre, elle confirme d'une manière éclatante les idées de Fresnel et de ses disciples, notamment dans toutes les conséquences relatives à la double réfraction, à l'aberration, à la constitution de l'éther dans les milieux isotropes ou cristallisés.

» Elle précise par un fait palpable le caractère dynamique de la vibration lumineuse, qui commençait à passer, dans l'esprit de certains géomètres, pour une conception abstraite, pour une entité symbolique indifféremment réductible à des équivalences cinématiques très diverses.

» En présence de ce fait, où l'expérimentateur dirige à son gré l'action mécanique de la vibration lumineuse comme celle de la vibration sonore, on ne peut plus affirmer que la vibration optique soit une simple abstraction géométrique et que nos connaissances sur sa nature se réduisent à dire que c'est un *vecteur*.

» On conçoit qu'il puisse rester d'autres interprétations de l'oscillation lumineuse, mais le champ des équivalences acceptables se trouve maintenant singulièrement réduit.

» J'ai pensé que l'Académie verrait avec satisfaction la solution définitive d'un problème sur lequel elle a, à diverses reprises, appelé l'attention des expérimentateurs, et qui complète d'une manière si heureuse le cycle des expériences fondamentales de l'Optique moderne. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Faits pour servir à l'histoire des principes azotés renfermés dans la terre végétale;* par MM. **Berthelot** et **G. André.**

« Dans une étude précédente ([1]), nous avons étudié d'une manière générale la formation de l'ammoniaque par la terre végétale ordinaire, c'est-à-dire ne renfermant ni terreau, ni matière qui lui soit assimilable : une terre semblable ne contient à dose sensible ni ammoniaque libre, ni sels ammoniacaux; mais on y rencontre surtout des principes amidés, dont la décomposition lente par les acides ou les alcalis étendus, froids et surtout bouillants, et même par l'eau pure dès la température ordinaire, est l'origine principale de l'ammoniaque trouvée dans les analyses.

» Cette même décomposition lente par l'eau et par les carbonates alca-

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. IX, p. 289; 1887.

lins et terreux engendre pareillement de l'ammoniaque, que les terres végétales émettent à froid, et qui se répand dans l'atmosphère ambiante.

» Les principes amidés qui se décomposent ainsi appartiennent : soit à la classe des amides proprement dits, dérivés de l'union des acides avec l'ammoniaque, et qui régénèrent cette dernière assez facilement, quoique avec des vitesses inégales, sous l'influence des acides et des alcalis; soit à la classe des alcalamides, dérivés de l'union des bases azotées volatiles avec les acides, lesquels se comportent à peu près comme les amides et fournissent des composés azotés volatils; soit enfin à la classe des alcalamides dérivés de l'union des bases azotées fixes, ou corps congénères, avec les acides, lesquels se dédoublent en fournissant des produits azotés non volatils.

» Parmi ces alcalamides, les uns sont solubles dans l'eau, les autres insolubles et le dédoublement de ces derniers, par les acides ou par les alcalis, peut fournir soit des dérivés solubles, salins ou acides, soit des dérivés insolubles dans l'eau.

» Ces distinctions multiples s'appliquent, comme nous allons le montrer, aux composés azotés de la terre végétale; elles sont indispensables pour en débrouiller l'analyse immédiate et la constitution; on ne saurait douter d'ailleurs qu'elles ne jouent un rôle essentiel dans les conditions qui président à l'absorption par les plantes des matières hydrocarbonées et azotées du sol et à la nutrition végétale.

» Voici quelques-uns des résultats de nos observations. La terre végétale qui en a été le sujet était une terre argileuse.

» 1^{kg} de cette terre, séchée à 110° contenait :

Carbone organique	$19^{gr},10$
Azote	$1^{gr},669$

» Le rapport pondéral du carbone à l'azote est 11,6:1, c'est-à-dire près du quart du rapport 3,2:1 qui caractérise les principes albuminoïdes. Si donc l'azote concourait à former des composés analogues dans la terre, celle-ci pourrait être regardée comme contenant 1 partie de principes albuminoïdes, associée avec 3 parties de principes humiques ou autres, dérivés spécialement des hydrates de carbone. Cette assimilation, quoique imparfaite, fournit une première vue sur la constitution de la matière organique qui constituait la terre soumise à notre examen; les recherches

qui suivent, comparées avec les belles recherches de M. Schützenberger sur les composés protéiques, permettront peut-être d'aller plus loin.

» Pour jeter quelque lumière sur la nature des principes azotés que cette terre renferme, nous lui avons fait subir les épreuves suivantes : traitement par les acides; traitement par les alcalis; les uns et les autres étant pris à différents degrés de concentration, de température, et employés pendant des temps différents.

» On a examiné dans chaque cas l'azote dégagé sous forme d'ammoniaque (ou d'alcali volatil analogue); l'azote renfermé dans les composés fixes solubles dans l'eau, obtenus avant et après neutralisation; l'azote renfermé dans les composés insolubles, obtenus avant et après neutralisation; enfin on a dosé, dans un certain nombre de cas, le carbone contenu dans chacun de ces groupes.

» La discussion détaillée de ces essais devant trouver place dans le Mémoire développé, nous nous bornerons à les résumer ici.

I. — *Traitements alcalins.*

» 1. *A froid, avec une solution concentrée de potasse.* — 17,4 centièmes d'azote ont été éliminés sous forme d'ammoniaque, dont un quart pendant les trois premiers jours, un huitième pendant les trois jours suivants; puis l'action, devenue beaucoup plus faible, s'est poursuivie pendant les quarante jours suivants, à peu près proportionnellement au temps : conformément à la loi élémentaire énoncée il y a vingt-six ans par l'un de nous pour les réactions simples exercées dans un système homogène, pendant une période assez courte pour que le poids absolu de la matière non transformée demeure presque constant : condition où la marche du phénomène est représentée sensiblement par son équation différentielle.

» Il semble, d'après ces observations, que les principes amidés de la terre, décomposables par la potasse, appartiennent à deux groupes distincts, qui se détruisent avec des vitesses très inégales.

» 2. *A chaud, avec une solution étendue de potasse.* — La terre était chauffée au bain-marie, dans un courant d'hydrogène qui entraînait l'ammoniaque et évitait l'oxydation. En six heures, il s'est formé une dose d'azote ammoniacal renfermant, sur 100 parties, 11,2 de l'azote total; aucun composé azoté, appartenant à la classe des composés neutres, ou incapables de neutraliser les acides, n'est volatilisé en même temps : nous l'avons spécialement vérifié.

	Centièmes.
L'azote dans la portion demeurée insoluble dans la potasse s'élevait à.	12,8
L'azote dosé dans la partie dissoute par la potasse.	74,1
	98,1

» L'action de la potasse d'ailleurs n'était pas épuisée.

» 3. *Même experience, prolongée pendant* 13 *heures.*

	Centièmes.
Azote éliminé sous forme d'ammoniaque	16,0
Azote dans la partie insoluble dans la potasse	10,0
Azote dans la partie insoluble (sels de potasse)	74,0

» On a partagé en deux la matière insoluble dans la potasse; une portion, ayant été traitée de nouveau de la même manière pendant 13 heures, a fourni :

	Azote.
Une fraction insoluble dans la potasse, renfermant	6,4
La fraction soluble et les matières volatiles contenaient donc	3,6
	10,0 cent.

» Ce résultat met en évidence le lent et progressif dédoublement des alcalamides, opéré sous l'influence de l'alcali.

» Une autre portion de la matière, originellement insoluble dans la potasse, a été traitée par l'acide chlorhydrique étendu au bain-marie, pendant 13 heures; ce qui a fourni :

	Azote.
Une fraction insoluble, renfermant	4,5
La fraction soluble des matières volatiles	5,5
	10,0 cent.

» Les composés azotés insolubles de la terre sont donc dédoublés par les acides étendus, aussi bien que par les alcalis, et même plus rapidement. Ce qui montre combien il serait peu exact de croire la réaction des acides étendus plus propre que celle des alcalis, pour déceler ou doser l'ammoniaque préexistante dans une terre végétale : nous avons déjà insisté sur ce point ([1]).

» 4. En poussant plus loin l'action des alcalis étendus sur la terre végétale, on augmente la proportion des principes azotés insolubles dans la potasse.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XI, p. 370.

» C'est ce que paraît indiquer l'expérience suivante :

	Centièmes.
Azote ammoniacal	21,8
Azote de la partie insoluble dans la potasse	14,3
Azote des acides bruns insolubles, précipités de leur solution potassique	17,5
Azote des acides et autres principes demeurés solubles dans l'eau acidulée	44,3
	97,8

» Ainsi le dégagement de l'ammoniaque augmentant sans cesse et étant porté de 16 à 21,8 centièmes, l'azote des composés insolubles dans la potasse s'est accru de 10 à 14 centièmes; tandis que celui des composés solubles dans la potasse d'abord, puis dans l'eau acidulée, aurait baissé de 52,4 à 44,3.

» Plusieurs réactions se poursuivent donc simultanément, lorsque la potasse est mise en présence des principes azotés de la terre végétale. Certains de ces principes y deviennent d'abord solubles; mais ils perdent peu à peu une partie de leur azote sous forme d'ammoniaque ou d'alcalamides solubles, et ils sont ramenés par là de nouveau à l'état de principes insolubles, toujours azotés.

» Ces derniers ne sont pas non plus absolument stables; mais, plus lentement décomposables que les premiers, ils reproduisent des composés azotés solubles, de seconde formation en quelque sorte.

» Poussons plus loin notre étude, en déterminant le rapport du carbone à l'azote, dans les composés azotés divers formés sous l'influence des alcalis aux dépens de la terre végétale.

» Dans son état initial, cette terre renfermait sur 1^{kg} sec :

Carbone organique	19,30
Azote	1,669

Rapport en poids 11,6 : 1 ou 8,62 centièmes. C'est sensiblement le rapport brut, en équivalents, C^7 : Az.

» Dans l'expérience n° 3, la partie insoluble dans les alcalis contenait :

	Poids absolu.	En centièmes du carbone total.
D'après l'analyse élémentaire	C = $0^{gr},653$	35,02
La partie soluble, mais précipitable par l'acide sulfurique	C = 0,2075	11,13
La partie soluble non précipitable	C = 0,9859	52,88
	$1^{gr},8464$	99,03
Perte		0,97

Expérience n° 4 (poussée plus loin) :

		Rapports de l'azote à 100 parties de carbone.
Carbone de la partie insoluble dans la potasse..........	31,2	4,0
Carbone des acides bruns, précipités par HCl étendu...	27,1	5,6
Carbone des principes demeurés dissous..............	40,0	9,7
	98,3	
Perte..............................	1,7	»
Principes organiques de la terre initiale..............		8,6

» Ces nombres et ces rapports varient évidemment avec les conditions des essais. Mais ils suffisent pour montrer que les composés insolubles les plus pauvres en azote sont aussi les plus condensés, comme poids moléculaire; ce qui s'accorde avec tous les faits connus.

» Les dédoublements opérés, soit par les alcalis, soit par les acides, tendent en général à abaisser le poids moléculaire des produits résultants : ceci fait entrevoir suivant quels mécanismes doit être effectuée l'absorption des matières humiques et azotées du sol par les végétaux.

» En effet, d'après les données précédentes, l'influence prolongée des alcalis a rendu solubles, au bout de 26 heures au bain-marie, les 93,6 centièmes de l'azote organique, contenu à l'origine dans la terre végétale. Sous les influences successives des alcalis et des acides, on est parvenu à un chiffre voisin : 95,5. Dans un ordre inverse, c'est-à-dire en commençant par l'acide chlorhydrique étendu, celui-ci a rendu soluble, au bout de 13 heures au bain-marie, les 71 centièmes de l'azote (15 centièmes ayant formé de l'ammoniaque) et le traitement consécutif par la potasse étendue, joint au précédent, en a rendu définitivement solubles les 91 centièmes.

» Ces essais montrent comment l'azote insoluble contenu dans les composés humiques peut être graduellement rendu soluble et assimilable. Les actions des végétaux ne sont assurément pas identiques à celles qu'exercent les acides et les alcalis, dans nos expériences. Cependant les unes et les autres offrent certains termes de comparaison, au point de vue des mécanismes chimiques mis en jeu par les carbonates terreux et par l'acide carbonique, ainsi que par les acides mêmes formés dans les végétaux ; les actions naturelles compensant par leur durée les effets plus énergiques exercés dans un temps plus court par les acides et par les alcalis minéraux. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur les composés azotés volatils émis par la terre végétale;* par M. **Berthelot**.

« J'ai fait, dans le cours de l'année 1890, quelques observations nouvelles sur l'émission par la terre de composés azotés volatils, que j'avais signalés pendant ma précédente campagne d'expériences (¹) : le sujet est assez intéressant, au point de vue physiologique et agricole, pour qu'il m'ait paru utile de faire connaître ces observations.

» Les essais présents ont été réalisés avec des sables argileux ou des argiles pauvres en azote, mais amenés à peu près à la limite de saturation de la matière organique qu'ils renferment par cet élément. Ils étaient disposés dans des pots de porcelaine, renfermant 1^{kg} de matière, et placés dans de grandes cloches, de la capacité de 50^{l}, ajustées sur des capsules de verre, destinées à recueillir l'eau de condensation (²).

» Les expériences ont duré cinq mois et demi, de mai à octobre.

» Pendant une première période, on arrosait de temps en temps par la tubulure supérieure, de façon à empêcher le sol de se dessécher; l'eau évaporée se condensait à mesure sur les parois de la cloche, et elle était extraite chaque semaine par la tubulure inférieure, puis additionnée d'un peu d'acide sulfurique étendu et mise à part. Durant le même temps, un petit vase renfermant de l'acide sulfurique étendu était placé au voisinage du pot qui contenait la terre, dans l'intention de recueillir séparément, s'il se pouvait, le gaz ammoniac exhalé dans l'atmosphère de la cloche.

» Pendant la seconde période, de durée à peu près égale, on a cessé tout arrosage, et, par suite, la terre s'est séchée, en même temps que cessaient les condensations d'eau.

» A la fin on a dosé :

» 1° L'ammoniaque condensée directement dans l'acide sulfurique étendu;

» 2° L'ammoniaque, déplaçable par la magnésie, telle qu'elle s'était accumulée dans les eaux de condensation;

» 3° L'azote organique, contenu dans celle-ci, après élimination de

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 6ᵉ série, t. XIX, p. 492.

(²) *Voir* la figure dans le Recueil ci-dessus, p. 494.

l'ammoniaque; azote dosable après neutralisation par un léger excès d'acide, évaporation à sec et traitement du résidu au rouge par la chaux sodée.

» Voici les résultats :

N° **115**. — 1^{kg} sable argileux renfermant : Azote	0^{gr},090
Azote ammoniacal de l'eau d'arrosage	0,000048

» Les produits exhalés ont fourni :

Première période (arrosage).	Azote ammoniacal, recueilli dans l'acide sulfurique	0^{gr},00012
	Azote ammoniacal des eaux de condensation	0,00012
	Azote organique des mêmes eaux	0,00220
		0,00244
Seconde période (pas d'arrosage).	Azote ammoniacal, recueilli dans l'acide sulfurique	0,000007
	Azote ammoniacal des eaux de condensation	0,000007
	Azote organique des mêmes eaux	0,000040
		0^{gr},000054

N° **121**. — 1^{kg} sable argileux, avec addition d'une petite quantité d'infusion de terre faite à froid, le tout renfermant : Azote	0^{gr},091
Azote ammoniacal de l'eau distillée, arrosage	0,000048

Première période (arrosage)	Azote ammoniacal recueilli dans l'acide sulfurique	0,00015
	Azote ammoniacal des eaux de condensation	0,00070
	Azote organique des mêmes eaux	0,00120
		0^{gr},00205
Seconde période.	Azote recueilli dans l'acide sulfurique	0,000007
	Azote ammoniacal des eaux de condensation	Nul
	Azote organique des mêmes eaux	0,000040
		0^{gr},000047

N° **126**. — 1^{kg} argile blanche, avec addition d'infusion de terre, le tout renfermant : Azote	0,047
Azote ammoniacal de l'eau distillée, arrosage	0,000048

Première période (arrosage)	Azote ammoniacal recueilli dans l'acide sulfurique	0,0001
	Azote ammoniacal des eaux de condensation	0,00055
	Azote organique des mêmes eaux	0,00076
		0^{gr},00142

» D'autres essais faits avec addition de diverses matières organiques, tels que mannite, amidon, dérivé humique du sucre, ont fourni des résul-

tats tout à faits analogues, mais dont il paraît inutile de reproduire le détail, à cause de la similitude des nombres et des conclusions.

» D'après les chiffres qui précèdent, on voit d'abord que l'exhalaison des produits azotés a eu lieu avec une certaine activité relative (2^{mgr} en deux mois et demi), tant que l'arrosage a entretenu la terre humide et l'évaporation intérieure. Avec la terre non arrosée, le phénomène consécutif est devenu incomparablement plus lent; cependant il a subsisté, c'est-à-dire que le sol sec a continué à exhaler des traces de composés azotés volatils, pendant la seconde période, de durée à peu près égale à la première.

» Le vase à acide sulfurique étendu, placé à côté du pot qui contenait la terre, n'a guère arrêté que la moitié de ces faibles doses de l'ammoniaque : probablement parce que, d'un côté, sa surface n'était qu'une très petite fraction de la surface de condensation des vapeurs, et que, de l'autre, la tension de l'ammoniaque dans l'eau, une fois condensée et accumulée dans la capsule inférieure, était tellement petite, qu'elle n'avait pas le temps de se répandre suffisamment dans l'atmosphère supérieure, pendant l'intervalle des récoltes de l'eau condensée.

» Enfin, et c'est là le résultat le plus intéressant, l'azote contenu dans les composés organiques volatils, émis dans ces conditions par le sable argileux, a toujours été fort supérieur à l'azote émis sous forme d'ammoniaque. La terre végétale, 20 fois plus riche en azote que le sable argileux ci-dessus, avait émis également ces deux ordres de composés, dans mes essais précédents; mais l'azote ammoniacal y prédominait ([1]) sur l'azote organique; tout en lui demeurant comparable, soit avec la terre nue, soit en présence des plantes supérieures. Il est probable d'ailleurs que ces phénomènes subissent, dans tous les cas, l'influence de la végétation des microbes ou plantes inférieures, contenus dans tous les sols, lesquels fabriquent les traces observées de matières azotées volatiles, sortes de ptomaïnes végétales. »

([1]) Mémoire cité plus haut, p. 496.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essai sur la synthèse des matières protéiques;* par M. P. SCHÜTZENBERGER.

« La synthèse des matières azotées, dites *protéiques*, entrant dans la constitution des tissus et des liquides de l'organisme vivant, est un problème trop complexe pour qu'il soit permis d'espérer d'en trouver la solution complète par un seul effort convenablement dirigé.

» Les résultats des expériences que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie me semblent de nature à nous rapprocher du but et à fournir une indication sérieuse sur la voie qu'il conviendra de suivre pour l'atteindre. A ce point de vue ils méritent, pensons-nous, d'être signalés.

» Dans une série étendue de recherches qui ont fait l'objet de divers Mémoires présentés à l'Académie, j'ai fait connaître tous les termes résultant de la décomposition par hydratation des matières protéiques, albuminoïdes ou autres, sous l'influence des alcalis (baryte). Pour bien faire comprendre ce qui suivra, je dois résumer et rappeler en quelques mots les conséquences les plus importantes de ces travaux.

» 1° La matière protéique, en s'hydratant sous l'influence de la baryte, à une température supérieure à 100°, utilise *à peu de chose près* autant de molécules d'eau, H^2O, qu'elle contient d'atomes d'azote.

» 2° Une fraction de l'azote total, fraction variant avec la nature de la substance employée de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$, se sépare sous forme d'ammoniaque.

» On constate en même temps la mise en liberté d'acides oxalique et carbonique en proportions telles que pour 2 molécules, $2AzH^3$, d'ammoniaque libre, on trouve 1 molécule d'acide bibasique (CO^2 et $C^2H^2O^4$).

» 3° Les autres termes de la décomposition sont tous des corps amidés. La composition élémentaire de leur mélange répond assez exactement à une expression de la forme $C^aH^{2a}Az^2O^4$, avec un léger excès d'oxygène.

» 4° Ce mélange est formé de deux séries de termes : les uns, de la forme $C^bH^{2b+1}AzO^2$ ($n = 2, 3, 4, 5, 6$), sont les dérivés amidés des acides gras $C^nH^{2n}O^2$, que l'on peut obtenir synthétiquement par l'action des dérivés chlorés des acides gras sur l'ammoniaque; les autres, de la forme $C^cH^{2c-1}AzO^2$ ($C = 4, 5$), peuvent être envisagés comme des anhydrides des oxyacides amidés $C^nH^{2n+1}AzO^3$.

» J'ai réalisé, il y a quelques années, la synthèse de composés de la forme $C^nH^{2n-1}AzO^2$ (leucéines), offrant les mêmes caractères que ceux obtenus par l'hydratation des matières protéiques, par l'action des bromures éthyléniques sur les combinaisons zinciques des acides gras amidés $C^nH^{2n+1}AzO^2$.

» Une matière protéique, telle que l'albumine, peut donc être envisagée, *dans ses grandes lignes*, comme formée de :

$$\underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Ac. oxalique.}} + 2AzH^3 + \underbrace{3(C^mH^{2m+1}AzO^2) + 3(C^nH^{2n-1}AzO^2)}_{\text{ou } C^qH^{2q}Az^6O^{12}\ [q = 3(m+n)]} - 8H^2O$$
$$= C^{q+2}H^{2q-8}Az^8O^8.$$

» En posant $q = 28$, la formule précédente conduit à des nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux que donne l'analyse élémentaire de l'albumine.

» Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas ici d'une formule moléculaire.

» Après cette étude d'ordre analytique, que je crois avoir poussée aussi loin que possible, se posait le problème inverse. Peut-on recombiner avec élimination d'eau les amides et les composés amidés précédents, de constitution relativement simple, de manière à former des corps complexes, se rapprochant par leur composition et l'ensemble de leurs caractères chimiques des matières protéiques? En d'autres termes, peut-on effectuer la synthèse d'une substance protéique en partant des termes simples de sa décomposition par hydratation?

» De nombreuses tentatives dirigées dans cette voie étant restées infructueuses, j'avais été amené à penser et à craindre que, lors de la décomposition par hydratation sous l'influence de la baryte, il se produit en même temps des transpositions intramoléculaires, du genre de celles qu'éprouve la saccharose lorsqu'elle se dédouble en acide lactique. S'il en était ainsi, le processus de la synthèse des matières protéiques serait beaucoup moins simple et, au lieu de consister seulement en une soudure de plusieurs molécules avec élimination d'eau, comme cela a lieu lors de la formation des éthers composés et des corps gras neutres, elle se compliquerait d'une transposition moléculaire inverse de celle produite par les alcalis, transposition que les chimistes ne sont pas maîtres de réaliser à leur gré.

» Mes nouvelles expériences tendent à écarter cette cause de complication.

» J'ai, en effet, réussi à former un composé azoté qui, par ses caractères,

doit être rangé dans la classe des *matières protéiques*, en combinant avec élimination d'eau les produits ultimes et cristallisables provenant de la décomposition de l'albumine et de la fibrine sous l'influence de la baryte.

» Le mélange des composés amidés ($C^m H^{2m+1} AzO^2$ et $C^n H^{2n-1} AzO^2$), additionné de 10 pour 100 environ d'urée, broyé finement et séché à 110°, a été intimement mélangé avec 1,5 fois son poids d'anhydride phosphorique. Le tout a été chauffé dans un ballon au bain d'huile.

» Avant 120° il ne se produit aucun changement et la masse reste pulvérulente. Vers 125° la réaction déshydratante commence et se termine en quelques instants. L'anhydride phosphorique s'hydrate brusquement aux dépens de l'eau dont les éléments sont empruntés aux composés amidés. La masse devient pâteuse et se solidifie en un produit compact, sans brunir sensiblement.

» Après refroidissement, on dissout dans une petite quantité d'eau et on ajoute à la solution plusieurs fois son volume d'alcool. On obtient ainsi un abondant précipité emplastique qui est lavé à l'alcool et redissous dans l'eau; la solution filtrée, pour éliminer un peu de produit insoluble, est débarassée d'acide phosphorique au moyen d'un léger excès de baryte, excès que l'on sépare en le précipitant par l'acide sulfurique employé en dose équivalente. Le liquide filtré à nouveau et concentré au bain-marie donne un produit amorphe, soluble dans l'eau, précipitable par l'alcool en grumeaux blancs caséeux.

» Le corps ainsi obtenu présente de grandes analogies de caractères avec les peptones.

» Ses solutions aqueuses précipitent, par le tannin, l'acide picrique, le sublimé corrosif, l'azotate mercurique acide, le réactif de Millon, le biiodure de potassium, l'iodomercurate de potassium, l'acide phosphotungstique en présence de l'acide chlorhydrique, l'acide phosphomolybdique, l'acétate et le sous-acétate de plomb. Elles ne précipitent pas, au moins à froid, par le cyanure jaune, en présence de l'acide acétique.

» Additionnée de potasse caustique et de quelques gouttes de solution de sulfate de cuivre, elle prend une coloration rouge rosé. Cette pseudopeptone synthétique, chauffée avec de l'acide nitrique, donne, après évaporation de l'excès d'acide, un résidu jaune, qui devient orangé sous l'influence de l'ammoniaque et qui, sous l'influence de la chaleur, se décompose brusquement, avec production d'un champignon volumineux de charbon boursouflé, comme cela arrive avec la gélatine.

» Chauffée sur une lame de platine, elle se charbonne et se boursoufle

en dégageant l'odeur caractéristique des matières animales brûlées.

» Il sera intéressant de soumettre isolément à cette réaction les divers dérivés amidés des matières protéiques, afin de déterminer quels sont ceux qui jouent un rôle indispensable et prépondérant dans la formation des molécules protéiques et quels sont ceux dont le rôle est secondaire. »

ZOOLOGIE. — *De l'influence des grands froids de l'hiver sur quelques-uns des animaux de la ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle;* par M. **A. Milne-Edwards.**

« La rigueur et la durée de l'hiver m'ont permis de faire à la Ménagerie du Muséum quelques observations qui ne manquent pas d'intérêt; elles sont relatives à l'influence qu'un froid prolongé peut avoir sur des animaux appartenant à des pays et à des climats très variés. Les qualités de résistance qu'ils présentent à cet égard et, ce que je pourrais appeler leur *endurance au froid,* diffèrent beaucoup suivant les espèces, et l'on ne saurait prévoir d'avance comment ils se comporteront dans telle ou telle condition de température ou d'humidité, car chacun a, en quelque sorte, son coefficient de résistance propre.

» L'installation des Mammifères et des Oiseaux laisse beaucoup à désirer; les constructions datent du commencement du siècle et n'offrent pas les conditions hygiéniques convenables que l'on applique aujourd'hui dans tous les jardins zoologiques de l'Europe. La plupart des herbivores, Bœufs, Antilopes et Cerfs, sont répartis dans des parcs entourés d'un grillage et ils n'ont d'autre abri qu'une petite cabane, non chauffée, à parois peu épaisses où, malgré toutes les précautions, la température diffère à peine de celle de l'air extérieur. Ces retraites, suffisantes en temps ordinaire, deviennent inhabitables dans les grands hivers. Ainsi, dès le commencement du mois de décembre, l'eau des abreuvoirs y était congelée et elle est restée deux mois dans cet état. Pendant plusieurs nuits, le thermomètre s'y est abaissé à 5° et même à 7° au-dessous de zéro.

» Le grand bâtiment, que l'on désigne sous le nom de *Rotonde* et où sont placés les gros herbivores, est pourvu de poêles; mais, bien qu'un feu ardent y ait été entretenu jour et nuit, la température ne s'est pas élevée pendant près de deux mois, dans la partie centrale, au-dessus de + 7° et dans les loges des animaux, où les surfaces de refroidissement sont considérables, elle est descendue à + 2° ou 3°. C'est là cependant qu'étaient

entassés, non seulement les Éléphants, Rhinocéros, Hippopotames, mais encore beaucoup de petits Ruminants délicats. Il est facile de comprendre que dans de telles conditions les animaux de la Ménagerie, et surtout ceux qui occupaient les parcs extérieurs, aient cruellement souffert et qu'un grand nombre ait succombé (¹). Aussi l'hiver de 1890-1891 laissera-t-il au Muséum une trace longue à s'effacer. Les gros Pachydermes à peau nue se sont comportés plus vaillamment qu'on n'aurait pu s'y attendre; ils ne sont pas morts, mais cependant ils sont tous plus ou moins atteints. L'Éléphant d'Afrique souffre d'une affection de la bouche ayant quelques-uns des caractères du scorbut; le Rhinocéros du Soudan, qui vit au Muséum depuis 1880, a beaucoup maigri et sa peau est couverte de boutons purulents; l'Hippopotame, donné au gouvernement français en 1855 et qui depuis 36 ans était en excellente santé, a maintenant la peau entamée par des fissures profondes et des excoriations rappelant celles qui se produisent sur les engelures.

» Dans les parcs se trouvait une famille nombreuse de superbes Antilopes de la taille d'un petit cheval, les Kobs ou Antilopes onctueuses du Sénégal. Elles provenaient toutes d'une paire de ces animaux offerte au Muséum en 1880 par le général Brière de l'Isle et, depuis cette époque, elles avaient donné naissance à plusieurs générations de descendants; on regardait cette espèce comme presque acclimatée, mais elle a mal résisté à notre long hiver, et quatre de ces beaux Ruminants, représentant chacun une valeur de plus de 2000fr, sont morts successivement. Les Zèbres de Burchell, qui viennent de l'Afrique australe, et que l'on considère comme peu sensibles au froid, ont été fort éprouvés par la rigueur de la température, et l'un d'eux est mort.

» Je n'insisterai pas davantage sur les pertes inévitables qui ont été la conséquence de l'hiver; il est plus intéressant de mentionner les animaux dont l'endurance a dépassé les prévisions et qui ont traversé, sans paraître en souffrir, nos deux mois de gelées consécutives, tandis qu'à côté d'eux nos espèces indigènes pâtissaient et que des Cerfs et des Sangliers, placés dans les mêmes conditions, mouraient de froid.

» Je signalerai d'abord les Antilopes Gnous (*Connochetes Gnu* Lich.) de l'Afrique, si remarquables par la singularité de leurs formes, et qui paraissent se plaire sous notre ciel. En 1882, pour la première fois, un jeune Gnou naissait au Muséum : c'était une femelle dont la croissance fut des

---

(¹) 32 Mammifères et 66 Oiseaux sont morts pendant les deux mois de froid.

plus rapides et qui, quelques années plus tard, s'est reproduite à son tour. Aujourd'hui la Ménagerie possède cinq de ces curieuses Antilopes, logées dans une petite cabane qu'il faut laisser toujours ouverte ; car si l'on ferme les portes, celles-ci sont bientôt brisées à coups de cornes. Les Gnous restent dehors pendant les jours les plus froids sans que leur pétulance et leur gaieté s'en ressentent, et un jeune, âgé de six mois seulement, a montré la même résistance que ses parents [1]. Sous l'influence de notre climat, le poil de ces animaux s'est modifié, et la robe d'hiver est devenue plus chaude par le développement, à la surface de la peau, d'une couche de poils duveteux beaucoup plus épaisse que chez les Gnous sauvages.

» Les Bubales de l'Afrique septentrionale et de l'Afrique orientale, les Bless-bocks du cap de Bonne-Espérance ont bien résisté ; les grandes Antilopes Nilgaut (*Portax pictus*, Pallas), originaires du Bengale et de quelques autres parties de l'Inde, sont restées sans inconvénient dans une cabane ouverte, avec leur petit qui n'avait pas plus de quatre mois. Elles ont déjà supporté le grand hiver de 1879-1880, et depuis 1870 nous avons eu de nombreuses naissances. Ces animaux se prêteraient fort bien, en France, à des essais d'acclimatation ; le roi d'Italie a déjà réussi dans des tentatives du même genre et a obtenu un troupeau d'environ 300 têtes.

» Les Antilopes à Bézoards (*Antilope Cervicapra*) sont aussi originaires de l'Inde, mais notre climat leur convient admirablement. La beauté de leurs cornes et de leur pelage, l'élégance de leurs formes, la grâce de leurs mouvements doivent les faire rechercher par tous ceux qui désirent introduire dans nos forêts des espèces nouvelles. Il est peu d'Antilopes plus agiles, et j'ai vu l'une d'elles franchir, sans effort, une barrière ayant $1^{m},70$ de hauteur. Aussi faudrait-il des murs très élevés pour les retenir dans les enclos. La Ménagerie du Muséum possédait plusieurs de ces animaux sur lesquels le grand hiver de 1879-1880 avait passé sans accidents, quand, en 1884, effrayés par des chiens qui s'introduisirent dans leur parc, ils se tuèrent tous en se heurtant contre les grilles. J'ai pu, de nouveau, m'en procurer une paire, et, depuis 1885, j'ai obtenu 15 jeunes qui se sont parfaitement développés. Les derniers, dont la naissance remonte à trois mois à peine, sont restés à côté de leurs parents dans un parc dont la cabane est constamment ouverte, et leur santé ne s'en est pas ressentie.

» Des Cerfs aussi ont montré une endurance extrême au froid. Je citerai

---

(1) Des observations du même genre ont été faites par M. Blaauw, qui possède en Hollande plusieurs Gnous et en a obtenu la reproduction.

en première ligne une espèce intermédiaire, par sa taille, au Cerf ordinaire et au Chevreuil, à pelage fauve tacheté de blanc, à cornes bien développées et à formes légères : le Sika du Japon. Une paire de ces jolis Ruminants a été acquise en 1878, et nous leur devons une nombreuse lignée; car, depuis cette époque, 25 naissances sont inscrites sur les registres de la Ménagerie, dont 4 datant de l'été dernier. Les jeunes n'avaient même pas six mois au commencement de décembre, et ils sont toujours restés en liberté dans leur enclos. Ce serait encore là un gibier à introduire dans nos forêts.

» Les Cerfs porcins de Ceylan et de l'Inde ne ressemblent pas aux précédents : ils ont des formes lourdes, des pattes relativement courtes, un corps massif mais très charnu, et leur chair est supérieure en qualité à celle des Cerfs de France. Ils sont robustes, résistent d'une manière extraordinaire au froid et, de plus, sont peu difficiles sur le choix de leur nourriture. Ils constitueraient donc un remarquable gibier, quoiqu'ils n'aient pas assez de vitesse pour être chassés à courre. 31 naissances se sont succédé depuis 1885, et nous possédons une petite harde de ces animaux qui, jeunes et vieux, ont également bien supporté l'hiver. Ils trouveraient, dans les buissons et dans les ronceraies de nos bois, un abri au moins équivalent à celui que la Ménagerie leur donne.

» Les petits Cerfs Muntjac du sud de la Chine, *Cervulus Reevesi* (Ogilby), me semblent dignes d'attirer l'attention de nos grands propriétaires, car leur acclimatation en France me paraît maintenant une question résolue. Ils abondent aux environs de Canton et de Ning-Po où ils vivent au milieu des broussailles; leur taille est celle d'un chien ordinaire; la tête des mâles est pourvue de courtes cornes et leur mâchoire supérieure porte de longues canines qui, se prolongeant au delà des lèvres, constituent de véritables défenses. Malgré ces armes, ils sont d'un caractère tranquille et, contrairement à ce qui se passe pour les autres Cerfs, on peut laisser impunément plusieurs mâles adultes dans un même enclos. Leur corps est bien musclé et leur chair très savoureuse; ils sont bas sur pattes et se dérobent facilement au milieu des herbes. C'est en 1878 que j'ai pu m'en procurer une paire, et je compte aujourd'hui quarante-cinq de ces petits quadrupèdes nés à la Ménagerie. J'ai pu en envoyer à différents Jardins zoologiques et j'en ai conservé un troupeau qui est aujourd'hui en parfait état.

» Si l'hiver de 1890-1891 a fait beaucoup de mal, il peut, d'un autre côté, être considéré comme un temps d'expériences qui a permis de recon-

naître les qualités particulières de certaines espèces de Ruminants. Il ne s'agit plus que de les introduire dans nos forêts, où, suivant toutes probabilités, ils se plairont. M. le Président de la République a bien voulu s'intéresser à ces tentatives et il a autorisé M. Récopé, inspecteur des forêts de Saint-Germain et de Marly, à installer dans des réserves encloses de grillages des cerfs Sika du Japon, des cerfs Porcins du sud de l'Asie, des Cervules de Reeves de la Chine, et des Antilopes Cervicapres de l'Inde qui, nés au Muséum et habitués à notre climat, seront dans d'excellentes conditions pour apprendre à trouver eux-mêmes leur nourriture et leur abri. Ils deviendront, je l'espère, la souche d'une descendance nombreuse, qui, peu à peu, peuplera nos bois. Ces animaux seront l'objet d'une surveillance spéciale et j'aurai soin de tenir l'Académie au courant des résultats qui auront été obtenus. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. Cormerois adresse, de Nîmes, un Mémoire accompagné de dessins, sur un nouveau système de ponts suspendus rigides.

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy.)

M. Dabancourt adresse, du Havre, un Mémoire accompagné de planches, intitulé « Projet d'un hydromoteur aérien ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Marcel Deprez.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *Clerck Maxwell* intitulé : « La chaleur. Leçons élémentaires sur la Thermométrie, la Calorimétrie, la Thermodynamique et la dissipation de l'énergie; édition française, d'après la huitième édition anglaise, par M. *Georges Mouret* ».

2° Un « Traité pratique de Chimie métallurgique, par le baron *H. Jüptner de Jonstorff;* traduit de l'allemand, par *Ernest Vlasto;* édition française revue et augmentée par l'auteur ».

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Zona et Brooks* (1890, II), *faites au grand equatorial de l'Observatoire de Bordeaux*. Note de MM. **G. Rayet** et **L. Picart**, présentée par M. Lœwy.

Comète Zona.

Dates 1890-91.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Déc. 8...	7.16.44,6	3.25.47,74	$-\bar{1},555$	55.39.56,9	−0,423	1	L. Picart.
28...	6. 4.59,6	2.13. 8,55	$-\bar{1},314$	59.44.53,6	−0,404	2	G. Rayet.
Janv. 6...	9.28.41,0	1.54.47,66	$-\bar{1},489$	61.26.13,1	−0,496	3	L. Picart.

Comète Brooks (1890, II).

Dates 1890-91.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
Janv. 7...	11.45.14,1	12.43.43,79	$-\bar{1},686$	59.49.13,6	−0,721	4	G. Rayet.
9...	11.33. 6,6	12.41. 4,24	$-\bar{1},686$	59.29.52,3	−0,722	5	L. Picart.
11...	11.17.53,4	12.38.17,57	$-\bar{1},687$	59.10.18,7	−0,721	6	G. Rayet.
14...	11.36.40,9	12.33.45,72	$-\bar{1},687$	58.39.48,3	−0,679	7	G. Rayet.
15...	11.46.17,4	12.32.10,51	$-\bar{1},680$	58.29.37,3	−0,658	8	G. Rayet.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1890,0 *et* 1891,0.

Étoiles.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Weisse$_2$. H. III, n° 457	3.24.33,11	+3,67	55.41.45,4	−15,80
2...	½ (Weisse$_2$. H. II, n° 291-292. — Paris, n° 2905)	2.14.37,52	+3,00	59.49.48,2	−20,68
3...	Weisse$_2$. H. I, n° 1302	1.56.35,62	−0,70	61.20.19,4	− 3,44
4...	⅓ (Weisse$_2$. H. XII, n° 833. — Armagh$_2$, n° 1481. — Leide, zones 43 et 44)	12.42.30,96	−0,62	59.52.23,2	+ 6,97
5...	⅓ (Lalande 2379. — Paris. — Leide, zone 183)	12.40. 7,36	−0,52	59.37.39,6	+ 7,32
6...	½ (Weisse$_2$. H. XII, n° 801. — Leide, zone 191)	12.40.11,01	−0,45	59.12.25,4	+ 7,74
7...	Weisse$_2$. H. XII, n° 762	12.38. 2,12	−0,32	58.35.38,0	+ 8,28
8...	½ (Weisse$_2$. H. XII, n° 686. — Leide, zones 291 et 408)	12.34.16,66	−0,26	58.35.11,9	+ 8,32

» Les observations de la comète Brooks, faites à 7° ou 8° au-dessous de zéro, ont été pénibles. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'équation personnelle dans les observations de passages.* Note de M. F. **Gonnessiat**, présentée par M. Lœwy.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques-uns des résultats que m'a fournis, à l'Observatoire de Lyon, l'étude de mon équation personnelle dans les observations de passages. Cette étude a été faite à l'aide d'un appareil analogue à celui qui est en usage à l'Observatoire de Greenwich, mais complété de façon à donner des vitesses au moins dix fois plus faibles. Deux instruments ont été employés aux observations : 1° la lunette méridienne Rigaud, de 57^{mm} d'ouverture, dans la longue chambre noire de l'observatoire; 2° l'instrument Eichens, de 135^{mm} d'ouverture, dans la grande salle méridienne, l'appareil à équation étant porté sur le pilier de la mire Nord et visé à travers le collimateur de cette mire.

» La méthode de l'œil et de l'oreille (Œ. O.) et la méthode électrique (El.) ont été étudiées concurremment. Dans les conditions normales, les étoiles observées étaient de 5e et 6e grandeur.

» Dans le sens direct (droite à gauche), et pour la vitesse équatoriale, la méthode (OE. O.) demande une *correction* personnelle *e* égale à $-0^s,30$, la même aux deux instruments : le rythme mental accompagnant la seconde précède donc chez moi le battement du compteur. Qu'il s'agisse des observations de jour ou de nuit, cette valeur est constante ; elle varie peu tant que la vitesse reste au-dessus de la limite à partir de laquelle on ne peut plus apprécier le dixième de l'intervalle parcouru en 1^s, c'est-à-dire environ jusqu'à 80° de déclinaison pour le grand instrument, jusqu'à 65° pour le petit. Dans la direction inverse, *e* n'est que $-0^s,25$; au grand instrument, elle conserve la même allure suivant la déclinaison que dans le sens direct, tandis qu'au petit elle varie plus rapidement pour converger vers $+0^s,03 \text{ séc}\,\delta$: cette différence s'explique par l'épaisseur angulaire des fils qui atteint $0^s,20$ dans la lunette Rigaud, au lieu de $0^s,08$ dans l'autre.

» La méthode (El.) donne pour l'équation personnelle une valeur moindre, mais accusant une variation bien marquée suivant que les observations ont lieu durant le jour, à la lumière diffuse, ou la nuit, à la lumière artificielle : dans le premier cas, $e = -0^s,07$; dans le deuxième, $e = -0^s,13$ (à l'équateur). En ce qui concerne les variations avec la direction et avec

la déclinaison, elles sont de même ordre et de même sens que dans la méthode (Œ. O.).

» Les modifications de l'équation personnelle se présentent dans des cas nombreux. J'en indique quelques-uns dans le cas suivant, qui se rapporte exclusivement à la vitesse équatoriale et au grand instrument; je désigne par Δe la différence entre la valeur de e correspondant aux conditions envisagées, et la valeur normale relative aux étoiles de 6e grandeur, observées avec un grossissement de 130.

	Δe	
	Œ.O.	El.
Étoiles de 1re grandeur	$+0^s,07$	$+0,07$
Étoiles de 9e à 9e,5 grandeur	$-0,02$	$-0,05$
Grossissement 250, au lieu de 130	$-0,05$	$-0,05$
Soleil, bord I	$+0,05$	$+0,06$
Soleil, bord II	$+0,12$	$+0,06$
Planètes de 90″ à 20″ de diamètre, bord I	$+0,02$	$+0,02$
Planètes de 90″ à 20″ de diamètre, bord II	$+0,13$	$+0,05$
Planète de 5″ de diamètre, centre	$+0,10$	$+0,03$
Pic lunaire	$+0,12$	$+0,09$

» L'observation des étoiles doubles, des taches du Soleil, des nébuleuses, donne lieu à des variations semblables; je signale en particulier les nébuleuses très faibles, observées sur champ obscur avec fils peu brillants, pour lesquelles la différence peut atteindre $+0^s,30$.

» La position de l'observateur, étudiée avec des prismes à 45° et à 90°, n'a pas d'influence sensible.

» A n'envisager que l'équation personnelle et ses variations, on voit que les deux méthodes ont à peu près même valeur; mais, au point de vue de la précision des observations, elles se différencient nettement.

» A la lunette Rigaud, dans la chambre noire, où la qualité des images ne laisse rien à désirer, l'erreur moyenne d'un passage équatorial a été trouvée respectivement $\pm 0^s,073$ (Œ. O.) et $\pm 0^s,049$ (El.). La supériorité de la seconde méthode est remarquable. Mais elle diminue avec la vitesse, et à partir de la déclinaison 70° ($\text{séc}\,\delta = 3$), les deux méthodes sont équivalentes, et pour chacune l'erreur moyenne d'un passage tend vers $\pm 0^s,019\ \text{séc}\,\delta$.

» Au grand instrument, les conditions expérimentales se rapprochent plus de la réalité et sont moins régulières. Dans le cas d'images notées 4 (échelle de 1, mauvaises, à 5, très bonnes), on a trouvé à l'équateur,

$\pm 0^s,070$ (Œ. O.) et $\pm 0^s,044$ (El.); vers 70°, il y a égalité, et l'erreur tend des deux côtés vers $\pm 0^s,018$ séc δ. On voit que la méthode (El.) est de beaucoup supérieure à l'autre. Toutefois elle est un peu plus sensible que l'autre aux trépidations des images; pour des images notées 3, on a en effet, vers l'équateur, respectivement $\pm 0^s,077$ et $\pm 0^s,053$; vers le pôle $\pm 0,024$ séc δ et $0^s,026$ séc δ; dans ce cas, l'observation des circompolaires est un peu plus précise par la méthode (Œ. O.).

» Pour les observations des bords solaires ou planétaires, la méthode électrique donne la même précision que pour les étoiles, tandis que par la méthode (Œ. O.), l'erreur moyenne d'un passage de bord solaire s'élève à $\pm 0^s,081$, images 4, et $\pm 0^s,098$, images 3.

» L'erreur moyenne, dans la méthode (Œ. O.), croît beaucoup moins vite que séc δ : ainsi, pour séc δ = 1, $\varepsilon = \pm 0^s,070$; pour séc δ = 2, $\varepsilon = \pm 0^s,093$. On est dès lors amené à examiner si l'emploi d'une unité de temps plus petite que 1^s n'améliorerait pas les observations; c'est, en effet, ce qui a lieu. Avec un pendule faisant une oscillation en $0^s,57$, j'ai obtenu les résultats suivants :

Instrument.	Images.	séc δ.	ε.
Rigaud	4,0	1,0	$\pm 0^s,049$
Eichens	4,0	1,0	$\pm 0,049$
Id.	4,5	2,0	$\pm 0,064$

» On retrouve, par ce procédé, à très peu près, la précision donnée par la méthode (El.). De plus, la correction personnelle s'abaisse ici à $-0^s,11$ au lieu de $-0^s,30$. Comme contrôle, des observations faites sur le ciel avec un chronomètre battant la demi-seconde, dont on compte les battements de 0 à 120, ont fourni une erreur moyenne de $\pm 0^s,056$ (images 3,5), tandis qu'on obtenait, dans la même soirée, avec le compteur à secondes, $\pm 0^s,075$; on a d'ailleurs constaté en même temps une variation de $+0^s,17$ dans l'équation personnelle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorèmes arithmétiques.* Extrait d'une Lettre de M. H. **Minkowski** à M. Hermite.

« La méthode géométrique de mon travail [1], traduite en langue

[1] *Ueber die positiven quadratischen Formen und über Kettenbrachähnliche Algorithmen* (*Crelle*, t. CVII, p. 278).

purement analytique, conduit à ce théorème susceptible d'une application très étendue :

» *Soit n un nombre plus grand que 1; soient ξ, η, ζ, ... n formes linéaires indépendantes à n variables x, y, z .... Parmi ces formes, soient β paires d'imaginaires conjuguées et les autres $n - 2\beta = \alpha$ formes réelles. L'un ou l'autre des nombres α et β peut aussi être égal à zéro. Soit Δ le déterminant des formes ξ, η, ζ, ... Soit enfin p une quantité quelconque $\geqq 1$. On peut toujours assigner à x, y, z, ... des valeurs entières, de sorte que la somme*

$$(\text{abs.}\,\xi)^p + (\text{abs.}\,\eta)^p + (\text{abs.}\,\zeta)^p + \ldots$$

soit différente de zéro et en même temps plus petite que la quantité

$$\left\{ \left(\frac{2}{\pi}\right)^{\beta} \frac{\Gamma\left(1+\frac{n}{p}\right)}{\left[\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)\right]^{\alpha} 2^{-\frac{2\beta}{p}} \left[\Gamma\left(1+\frac{2}{p}\right)\right]^{\beta}} \,\text{abs.}\,\Delta \right\}^{\frac{p}{n}},$$

qui est elle-même plus petite que

$$n(\text{abs.}\,\Delta)^{\frac{p}{n}}.$$

Ici abs. signifie « valeur absolue de » et Γ désigne la fonction gamma.

» En suivant une voie indiquée dans vos admirables lettres à Jacobi, je tirerai du théorème que je viens d'exposer plusieurs conclusions fondamentales sur les nombres algébriques.

» Soit un corps algébrique quelconque, irréductible et d'ordre n, et soit ξ une forme qui, pour toutes les valeurs entières de ses n variables x, y, z, ..., représente tous les entiers algébriques de ce corps; soient, de plus, η, ζ, ... les $n-1$ formes conjuguées à ξ. Le discriminant du corps est représenté par le carré du déterminant Δ, et ce carré est un entier rationnel D du signe $(-1)^{\beta}$.

» En faisant usage de l'inégalité

$$(\text{abs.}\,\xi\eta\zeta\ldots)^{p} \leqq \left[\frac{(\text{abs.}\,\xi)^p + (\text{abs.}\,\eta)^p + (\text{abs.}\,\zeta)^p + \ldots}{n}\right]^{n},$$

et en remarquant que abs. $\xi\eta\zeta\ldots$ est un entier $\geqq 1$, pourvu que x, y, z, ... soient des entiers et qu'ils ne s'évanouissent pas tous, les inégalités

du théorème énoncé entraîneront celles-ci :

$$1 < \left\{ \left(\frac{2}{\pi}\right)^{\beta} \frac{n^{-\frac{n}{p}} \Gamma\left(1+\frac{n}{p}\right)}{\left[\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)\right]^{\alpha} 2^{-\frac{2\beta}{p}} \left[\Gamma\left(1+\frac{2}{p}\right)\right]^{\beta}} \right\}^2 \text{abs. D} < \text{abs. D}.$$

» Faisant d'abord abstraction du terme intermédiaire, nous avons ainsi démontré le postulat profond de M. Kronecker [1], que chaque discriminant est différent de ± 1, c'est-à-dire que *chaque discriminant contient des nombres premiers comme facteurs*. C'est là un détail bien digne d'attention. Tout nombre algébrique irrationnel a ainsi ses nombres premiers critiques, comme toute fonction algébrique irrationnelle a ses points d'embranchement.

» Le terme dont nous n'avons pas tenu compte nous fournit pour la valeur absolue d'un discriminant des limites inférieures plus complètes. Ces autres limites, où figure encore le nombre β, s'accroissant indéfiniment avec l'ordre n, il est évident qu'*un nombre donné quelconque ne peut être discriminant que pour un nombre fini d'ordres n*.

» De quelle manière fixera-t-on le mieux la quantité p, assujettie jusqu'à présent à la seule condition de ne pas être moindre que l'unité? On se convaincra aisément que les limites dont nous venons de parler devront s'agrandir aussi longtemps que la valeur de p décroît. Ce n'est donc pas quand p est égal à 2, valeur qui répond aux formes quadratiques, mais dans le cas de $p = 1$, que ces limites seront le plus avancées. Il en résulte enfin ce théorème :

» *Le discriminant d'un corps algébrique, faisant partie de n corps conjugués dont* 2β *sont imaginaires et* $n - 2\beta$ *réels, est en valeur absolue toujours plus grand que*

$$\left[\left(\frac{\pi}{4}\right)^{\beta} \frac{n^n}{2.3\ldots n}\right]^2.$$

» Par exemple, un discriminant de deuxième ordre doit être ou > 4 ou < -2, ... Les valeurs les plus petites 5 et -3 se trouvent dans les équations $\omega^2 + \omega - 1 = 0$ et $\omega^2 + \omega + 1 = 0$.

» Un discriminant du troisième ordre doit être ou > 20, . . . ou < -12, ... De la limite précise du minimum des formes quadratiques

(1) *Journal für Mathematik*, Bd. 92, S. 64.

positives ternaires on aurait tiré, en suivant une marche tout analogue, les inégalités $D \geqq 13,5$ ou $\leqq -13,5$. La limite que nous avons trouvée plus haut n'est donc pas, il est vrai, une limite précise, mais malgré cela elle nous fournit déjà des résultats que les formes quadratiques n'ont pas encore donnés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration purement algébrique du théorème fondamental de la théorie des équations.* Note de M. E. **Amigues**, présentée par M. Hermite.

« Théorème. — *Toute équation algébrique entière à coefficients réels ou imaginaires admet au moins une racine réelle ou imaginaire.*

» Soit $f(z)$ un polynôme entier qui ne se réduit pas à une constante et z_0 une valeur de z telle que le module de $f(z_0)$ soit inférieur ou au plus égal à tous les modules de $f(z)$ quand z prend toutes les valeurs.

» u étant une quantité imaginaire quelconque, on a

$$f(z_0+u) = a_0 + b_0 i + \Sigma(a_p + b_p i)u^p.$$

On n'a pas, pour toutes les valeurs de p,

$$a_p + b_p i = 0,$$

soit q la plus petite valeur de p pour laquelle on n'a pas cette égalité. On a alors

$$f(z_0+u) = a_0 + b_0 i + (a_q + b_q i)u^q + \ldots$$

» Posons $u = x + yi$ et formons le carré M^2 du module de $f(z_0+u)$. Pour cela, prenons cette quantité, savoir

$$a_0 + b_0 i + (a_q + b_q i)(x+yi)^q + \ldots$$

et la quantité conjuguée

$$a_0 - b_0 i + (a_q - b_q i)(x-yi)^q + \ldots$$

et formons leur produit. Ce produit sera, en posant

$$(a_0 - b_0 i)(a_q + b_q i) = m + ni$$

$$(1)\quad M^2 = a_0^2 + b_0^2 + 2[(m+ni)(x+yi)^q + (m-ni)(x-yi)^q] + \ldots,$$

les divers termes de ce développement étant homogènes en $(x+yi)$ et $(x-yi)$ et de degrés croissants.

» Mais toute quantité imaginaire $x+yi$ peut se mettre sous la forme

$$\rho\frac{1+it}{\sqrt{1+t^2}},$$

en posant

$$\rho=+\sqrt{x^2+y^2} \qquad \text{et} \qquad t=\frac{y}{x},$$

pourvu qu'on regarde le radical $\sqrt{1+t^2}$ comme susceptible d'un double signe; en sorte que l'on a toutes les quantités imaginaires en prenant pour ρ toutes les valeurs positives, pour t toutes les valeurs réelles et pour $\sqrt{1+t^2}$ le double signe.

» La formule (1) devient, avec cette nouvelle notation,

$$(2) \qquad M^2=a_0^2+b_0^2+2\rho^q\frac{(m+ni)(1+it)^q+(m-ni)(1-it)^q}{(\sqrt{1+t^2})^l}+\ldots,$$

et la quantité M^2 se trouve ainsi ordonnée suivant les puissances croissantes de ρ.

» Je dis maintenant que le coefficient de $2\rho^q$ ne peut être négatif pour aucune valeur réelle de t. Car si, pour $t=t_1$, il avait pour valeur $-A$, l'égalité (2) donnerait pour $t=t_1$

$$M^2=a_0^2+b_0^2-2A\rho^q+B\rho^{q+1}+\ldots,$$

$$M^2=a_0^2+b_0^2-2A\rho^q\left(1-\frac{B}{2A}\rho\ldots\right).$$

» On sait trouver une quantité α telle que, pour $\rho<\alpha$, la parenthèse soit plus grande que $\frac{1}{2}$. Pour ces valeurs de ρ, l'égalité peut s'écrire

$$M^2=a_0^2+b_0^2-2A\rho^q(\tfrac{1}{2}+\beta),$$

β étant une quantité positive. Il faudrait alors admettre que, pour $t=t_1$ et $\sigma<\alpha$, le carré du module de $f(\zeta_0+u)$ serait inférieur d'une quantité finie au carré du module de $f(\zeta_0)=a_0+b_0i$, ce qui est impossible.

» J'ajoute que le coefficient de $2\rho^q$ ne peut être égal à une quantité positive A pour aucune valeur réelle de t. En effet, remontons à l'égalité (1); et, comme $x+yi$ représente une quantité arbitraire, remplaçons-y cette quantité par $\theta(x+yi)$, en appelant θ une racine $q^{\text{ième}}$ de -1, racine dont l'existence s'établit aisément par l'Algèbre pure.

» L'égalité devient alors

$$M^2=a_0^2+b_0^2-2[(m+ni)(x+yi)^q+(m-ni)(x-yi)^q\ldots,$$

et, en traitant cette égalité comme on a fait l'égalité (1), on trouverait que, pour $t = t_1$, le coefficient de $2\rho^q$ serait — A, ce qui est impossible.

» Ainsi nous sommes assuré que, dans l'égalité (2), le coefficient de ρ^q est nul pour toutes les valeurs réelles de t. On a donc l'identité

$$(m + ni)(1 + it)^q + (m - ni)(1 - it)^q \equiv 0;$$

mais alors cette identité est aussi vraie pour les valeurs imaginaires de t, en particulier pour

$$it = 1,$$

ce qui donne

$$m + ni = 0.$$

Il en résulte que l'on a

$$m = n = 0,$$

c'est-à-dire

$$a_q a_0 + b_q b_0 = 0,$$
$$- b_q a_0 + a_q b_0 = 0,$$

et comme le déterminant de ce système, savoir $a_q^2 + b_q^2$, n'est pas nul, on doit conclure que

$$a_0 = b_0 = 0,$$

c'est-à-dire que

$$f(z_0) = 0.$$

» *Remarque I.* — La démonstration suppose que z_0 est une quantité finie; mais cela a toujours lieu, puisque le module de $f(z)$ devient infini en même temps que z.

» *Remarque II.* — Il peut se faire qu'il n'y ait aucune quantité z_0 telle que le module de $f(z_0)$ soit inférieur ou au plus égal à tous les modules de $f(z)$, quand z prend toutes les valeurs. Mais il est facile de voir que dans ce cas on peut calculer deux nombres positifs différant d'aussi peu qu'on veut et comprenant entre eux tous les plus petits modules. Soit z_0 l'une des valeurs de z correspondant à l'un de ces plus petits modules. La démonstration ci-dessus s'applique évidemment à cette valeur de z_0. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un double cône qui roule sur deux droites.* Note de M. A. DE SAINT-GERMAIN, présentée par M. Resal.

« Dans les *Comptes rendus* de la séance du 13 octobre 1890, M. Resal a appelé l'attention sur le curieux mouvement d'un double cône qui roule sur deux droites OG, OG' également inclinées sur l'horizon : je demande la permission d'ajouter quelques détails aux résultats donnés par l'éminent géomètre.

» Le centre C de la base commune aux deux cônes décrit une droite faisant avec le plan OGG' et avec l'horizon des angles ε et i qu'il est facile de calculer : le cas intéressant est celui où le centre C descend quand les points de contact des cônes avec OC et OG' s'éloignent du point O.

» Supposons la masse de chaque cône égale à l'unité et soient α son demi-angle au sommet, R le rayon de sa base, $\rho = \sqrt{0,3}\,R$ son rayon de gyration autour de l'axe de figure, S la position limite de C quand chaque cône touche le guide correspondant en son sommet, s la distance SC à une époque quelconque du mouvement. Chacun des guides exerce sur le cône qui s'appuie sur lui une réaction T tangente au parallèle qui contient le point de contact et une réaction N, égale à $\frac{g\cos i}{\cos\alpha}$, normale au cône. En introduisant l'angle ε, le chemin s à parcourir par le point C et négligeant la résistance au roulement, on trouve aisément les équations du mouvement sous la forme

$$(1) \qquad \frac{dV}{dt} = -g\sin i + T, \qquad \rho^2\frac{d\omega}{dt} = Ts\,\mathrm{tang}\,\varepsilon,$$

où V désigne la vitesse $\frac{ds}{dt}$ du point C, ω la vitesse de rotation des cônes autour de leur axe. Pour que les points de contact des surfaces avec OG, OG' aient une vitesse nulle, il faut que l'on ait

$$(2) \qquad V + s\omega\,\mathrm{tang}\,\varepsilon = 0.$$

» L'élimination de t, T, ω donne entre V^2 et s une équation linéaire qui a pour intégrale

$$(3) \qquad V^2 = 2g\sin i\frac{(a-s)s^2}{\mu^2+s^2},$$

en supposant qu'à l'instant initial V soit nul, s égal à a et désignant $\rho \cot \varepsilon$ par μ. L'équation (2) donne alors ω en fonction de s et l'on reconnaît que cette quantité croît de zéro à $\frac{\sqrt{2ag \sin i}}{\rho}$ quand s décroît de a à zéro. La vitesse V, d'abord nulle, prend des valeurs négatives pour revenir à zéro quand s lui-même s'annulera; mais cela n'arrivera qu'au bout d'un temps infini et il sera intéressant de le constater, autant que l'expérience peut s'y prêter, avec l'appareil signalé par M. Resal. Cherchons à quelles conditions la réaction exercée par les guides sera suffisante pour empêcher le glissement et déterminer le mouvement que nous avons trouvé. L'équation (1) donne, dans cette hypothèse,

$$T = g \sin i + \frac{dT}{dt}.$$

Or, l'équation (3) fait connaître l'accélération du point C

$$J = \frac{dV}{dt} = \frac{d\frac{1}{2}V^2}{ds} = g \sin i \frac{2\mu^2 as - 3\mu^2 s^2 - s^4}{(\mu^2 + s^2)^2}.$$

» L'accélération J, d'abord négative, s'annule, devient positive et redevient nulle quand s décroît de a à zéro; elle passe par un maximum quand s est égal à la plus petite racine positive de l'équation

$$s^3 - 3as^2 - 3\mu^2 s + \mu^2 a = 0;$$

la valeur correspondante m de $\frac{J}{g \sin i}$ est la racine positive de l'équation

$$64m^3 + 144m^2 + 27\left(3 - \frac{a^2}{\mu^2}\right)m - 27\frac{a^2}{\mu^2} = 0.$$

» On voit que, pour une valeur positive donnée de s, J croît avec a; il en résulte que le maximum m sera le plus grand possible quand on donnera à a la plus grande valeur dont il est susceptible, $R \cot \varepsilon$; alors on trouve que la valeur maximum de J est $0,713 g \sin i$, pour $s = 0,204 a$. Si donc, f étant le coefficient de frottement des cônes sur les guides, on a

$$1,713 g \sin i < f \frac{g \cos i}{\cos \alpha}, \qquad f > 1,713 \tang i \cos \alpha,$$

la réaction sera toujours suffisante pour produire le mouvement que nous avons considéré. Si la réaction tangentielle devient insuffisante pour empêcher le glissement, elle prendra la valeur fN et le mouvement de C deviendra uniformément varié. »

GÉODÉSIE. — *Sur la résistance opposée par l'air au mouvement d'un pendule.* Note de M. G. **Defforges**, présentée par M. Cornu.

« Bouguer, Borda, Biot et Kater, en calculant leurs observations de pendule, se bornèrent à tenir compte, suivant le principe d'Archimède, de la perte de poids subie, du fait de la poussée de l'air, par leur appareil oscillant. Du Buat avait cependant, dès 1786, montré par l'expérience qu'un corps en mouvement dans un fluide entraîne une partie du fluide environnant, de telle sorte que la poussée hydrostatique semble accrue pendant le mouvement.

» Bessel et Baily, reprenant les idées de du Buat, déterminèrent par l'expérience le facteur de cet accroissement, facteur qu'ils considéraient comme constant pour un même corps, quelle que fût la pression. Les observations de l'India Survey ont déjà montré qu'il n'en est rien, et que ce coefficient est variable avec la pression et même avec la température.

» Dans le cours des mesures de la gravité, exécutées en divers points de la France et de l'Algérie par le Service géographique de l'armée, j'ai été conduit à déterminer, avec toute la précision possible, la loi de variation de la durée d'oscillation et de l'amplitude des pendules de Brunner appartenant à ce service, en fonction de la pression du fluide environnant. Ces pendules, du type réversible, ont la forme de cylindres terminés par des demi-sphères de même rayon (voir *Comptes rendus*, 1888, t. CVI, p. 192).

» *a. Durée d'oscillation.* — Si l'on prend comme point de départ la durée d'oscillation dans le vide absolu T_0, les variations ΔT de cette durée, aux différentes pressions H, sont très exactement représentées par une formule à deux termes

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{x}{h}\,\frac{1-\frac{3}{8}\frac{f}{760}}{1+\alpha t}\,H + \frac{y}{h}\sqrt{H\left(1-\frac{3}{8}\,\frac{f}{760}\right)}.$$

» h est la distance du centre de gravité du pendule au couteau de suspension, x et y sont deux coefficients numériques qui dépendent de la forme de l'appareil oscillant et de la nature du fluide considéré. H, f, α et t ont leurs significations habituelles.

» Il est à remarquer que le coefficient x pour nos pendules est à peu près le double de ce qu'il serait s'il représentait uniquement l'effet de la poussée hydrostatique.

» L'ensemble des observations comprend 23 séries pour le pendule

long, 25 pour le pendule court, exécutées à trois époques différentes aux stations de Breteuil (Bureau international des Poids et Mesures), Rosendaël-lès-Dunkerque et Paris (Observatoire), à des pressions échelonnées entre la pression ordinaire et le vide poussé jusqu'à $1^{mm},6$ (¹), la plus basse pression obtenue.

» Les résidus, observation moins calcul, dont le Tableau est ci-dessous, n'atteignent qu'accidentellement $0^s,2$ par jour. Ils sont du même ordre que les incertitudes de la marche journalière du meilleur garde-temps.

Pendule long de Brunner.

Premier couteau						Second couteau			
Breteuil, 1888.		Paris, 1889.		Rosendaël, 1889.		Breteuil, 1888.		Rosendaël, 1889.	
H (mm)	ΔT (s)	H (mm)	ΔT (s)	H (mm)	ΔT (s)	H (mm)	ΔT (s)	H (mm)	ΔT (s)
H = 2	ΔT = −0,03	H = 20	ΔT = −0,09	H = 9	ΔT = −0,14	H = 13	ΔT = +0,06	H = 10	ΔT = −0,06
27	−0,10	229	−0,04	209	−0,06	51	−0,03	180	+0,11
89	−0,06	754	+0,14	383	+0,05	77	−0,01	369	+0,16
174	+0,11			764	+0,13	169	+0,05	766	−0,21
381	+0,14					260	+0,08		
759	−0,04					755	−0,16		

Pendule court de Brunner.

Premier couteau				Second couteau					
Breteuil, 1888.		Rosendaël, 1889.		Breteuil, 1888.		Paris, 1889.		Rosendaël, 1889.	
H (mm)	ΔT (s)	H (mm)	ΔT (s)	H (mm)	ΔT (s)	H (mm)	ΔT (s)	H (mm)	ΔT (s)
H = 8	ΔT = 0,00	H = 13	ΔT = −0,03	H = 8	ΔT = +0,10	H = 6	ΔT = 0,00	H = 11	ΔT = +0,03
45	−0,08	182	+0,10	24	−0,03	26	−0,08	174	+0,09
92	−0,02	365	−0,02	108	−0,11	75	−0,02	368	−0,11
185	0,00	758	−0,07	207	+0,03	253	−0,07	751	−0,03
377	−0,03			377	+0,11	748	+0,16		
736	+0,12			736	+0,07				

» Cette loi parabolique paraît convenir à d'autres formes qu'au cylindre et à la sphère. De nouveaux pendules, formés de la combinaison d'une lame plate et de deux cylindres terminaux, satisfont à cette formule avec la même précision.

» *b. Amplitude.* — L'action du fluide environnant sur l'amplitude θ est représentée par la formule de Coulomb

$$-\frac{d\theta}{dt} = B\theta + C\theta^2.$$

» Les séries précédentes, effectuées du vide presque parfait à la pres-

(¹) A la pression de $1^{mm},6$, le pendule long a oscillé pendant cinquante heures, de l'amplitude 1° à l'amplitude $2'$.

sion ambiante, ont montré une relation simple entre les coefficients de Coulomb B et C et la pression H

$$B = b\sqrt{H}, \qquad C = cH.$$

» Les deux termes du décroissement élémentaire sont proportionnels, l'un à la première, l'autre à la deuxième puissance de $\theta\sqrt{H}$.

» Les observations dans le vide ont le grand avantage de séparer l'action amortissante propre au couteau de l'effet du fluide environnant, qui la masque aux pressions élevées. Les nouvelles constantes b et c étant déterminées, il devient possible, en profitant des séries à très basses pressions, d'évaluer exactement le frottement moyen au couteau entre des amplitudes déterminées.

» Ce frottement, une fois connu, sert lui-même à calculer, par une combinaison convenable des observations de la durée et des observations du décroissement de l'amplitude dans le vide et à diverses pressions, l'effet moyen de la courbure de l'arête du couteau sur la durée d'oscillation.

» *c. Conséquences des lois précédentes.* — Les observations de la durée, faites à une pression quelconque, peuvent donc être exactement réduites au vide si l'on connaît t, H et f dans l'enceinte où oscille le pendule. Elles peuvent également être corrigées de l'effet de la courbure des arêtes des couteaux. Les durées d'oscillation T et T', autour de l'un et de l'autre couteau, d'un pendule reversible, peuvent être ainsi ramenées à ne différer que de l'effet de la non-coïncidence, avec les arêtes des couteaux, des axes réciproques de suspension et d'oscillation.

» Si

$$T - T' = \text{const.}$$

dans toutes les stations, ce que l'expérience vérifie, on aura la certitude que le pendule considéré est resté identique à lui-même. La réduction au vide et la correction relative à la courbure des arêtes ont donc ce caractère précieux de fournir un *critérium certain de l'invariabilité* d'un pendule réversible, soit dans le cours d'une même station, soit en passant d'une station à un autre. On obtient ainsi du même coup, dans un même appareil, les avantages inhérents aux deux espèces de pendule, réversible et invariable. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le principe d'Huygens.* Note de M. A. Potier, présentée par M. Cornu.

« Poisson (¹) a donné le moyen de déduire l'état d'un milieu dans lequel se propage un ébranlement, de son état à une époque antérieure; il a montré que l'ébranlement d'un point, à l'époque t, dépend uniquement de l'état, à l'époque choisie comme origine, d'une couche sphérique infiniment mince décrite de ce point comme origine avec un rayon Vt.

» Von Helmholtz (²), Kirchhoff (³), M. Poincaré (⁴) ont donné le moyen, dans le cas des mouvements *périodiques* seulement, de déduire l'état vibratoire d'un point, de celui d'une couche infiniment mince, de forme quelconque, qui l'entoure complètement. Les deux théorèmes sont des solutions particulières du problème que soulève l'énoncé du principe d'Huygens : Rechercher comment doivent être distribuées sur une surface enveloppant les centres d'ébranlement, les sources fictives qui leur sont équivalentes pour les points extérieurs à cette surface, ainsi que la nature du mouvement produit par chacune de ces sources.

» Une solution plus générale paraît utile; la considération des ondes isolées, ou d'ébranlements non périodiques, est d'un usage constant dans l'étude de la propagation, et cependant, depuis Fresnel, on a toujours entouré de réserves, peut-être non justifiées, l'emploi du principe d'Huygens à ces ondes, et considéré comme difficile d'expliquer le repos absolu auquel le milieu doit arriver après le passage de l'onde. Huygens déclare lui-même qu'à ce point de vue son principe ne doit pas être examiné *avec trop de soin, ni de subtilité* (⁵).

» Cette solution repose sur un théorème dont voici l'énoncé : Soient une surface quelconque Σ, deux points A et B, r et ρ les distances de ces deux points à un élément $d\sigma$ de la surface, dn un élément de la normale à cette surface, F une fonction de $(r+\rho)$ ne devenant infinie pour aucune valeur de la variable, l'expression

$$(1)\qquad \int \frac{d\sigma}{r\rho}\left[\left(\frac{F}{r}-F'\right)\frac{\partial r}{\partial n}-\left(\frac{F}{\rho}-F'\right)\frac{\partial \rho}{\partial n}\right]=0 \quad \text{ou} \quad 4\pi\frac{F(R)}{R},$$

(¹) Poisson, *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1818.
(²) Von Helmholtz, *Journal für reine u. angewandte Mathematik*, Bd. 57 (1859).
(³) Kirchhoff, *Sitzungsberichte* (*Académie des Sciences de Berlin*, 1882).
(⁴) Poincaré, *Théorie mathématique de la lumière* (1889).
(⁵) Voir notamment Mascart, *Traité d'Optique*, Chap. I (1889).

R désignant la distance AB, suivant que les deux points A et B sont du même côté de la surface Σ, ou sont séparés par elle.

» Pour le vérifier, il suffit de remplacer les produits

$$d\sigma \frac{\partial r}{\partial n} \quad \text{et} \quad d\sigma \frac{\partial \rho}{\partial n}$$

par leurs valeurs

$$dy\,dz \frac{\partial r}{\partial n} + dx\,dz \frac{\partial r}{\partial y} + dx\,dy \frac{\partial r}{\partial z}, \quad dy\,dz \frac{\partial \rho}{\partial x} + \ldots$$

» L'intégrale (1) prend la forme

$$\int \mathrm{P}\,dy\,dz + \mathrm{Q}\,dx\,dz + \mathrm{R}\,dx\,dy, \tag{2}$$

où P, Q, R sont les valeurs que prennent, au point considéré de la surface Σ, des fonctions qui satisfont à la condition

$$\frac{\partial \mathrm{P}}{\partial x} + \frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial y} + \frac{\partial \mathrm{R}}{\partial z} = 0,$$

dans tout l'espace excepté au point A et B; or on a toujours

$$\int \mathrm{P}\,dy\,dz + \mathrm{Q}\,dx\,dz + \mathrm{R}\,dx\,dy = \int \left(\frac{\partial \mathrm{P}}{\partial x} + \frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial y} + \frac{\partial \mathrm{R}}{\partial z} \right) d\varpi,$$

si $d\varpi$ est un élément du volume limité par la surface à laquelle s'étend la première intégrale.

» En étendant l'intégration dans le premier cas à tout l'espace situé du côté de la surface Σ qui ne renferme ni A, ni B, dans le second à l'espace situé du même côté que B sauf une sphère infiniment petite décrite autour de ce point, on vérifie l'identité annoncée.

» La relation (1) peut être différentiée, soit par rapport aux coordonnées x_1, y_1, z_1 du point A, soit par rapport à celles x_2, y_2, z_2 du point B; on obtient alors deux nouvelles identités qui permettent de représenter une fonction de la forme

$$\frac{\partial}{\partial x^\alpha\,\partial y^\beta\,\partial z^\gamma} \frac{\mathrm{F}(\mathrm{R})}{\mathrm{R}} \tag{3}$$

par des intégrales étendues à tous les éléments de la surface Σ. Dans le premier cas, ρ et $\frac{\partial \rho}{\partial n}$ restent variables, et on écrira symboliquement

$$\int \left\{ \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_1^\alpha\,\partial y_1^\beta\,\partial z_1^\gamma} \left[\frac{\partial}{\partial r} \frac{\mathrm{F}(r+\rho)}{r} \right] \left(\frac{\partial r}{\partial n} \right) - \frac{\partial \rho}{\partial n} \frac{\partial}{\partial \rho} \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_1^\alpha\,dy_1^\beta\,\partial z_1^\gamma} \frac{\mathrm{F}(r+\rho)}{r} \right\} d\sigma, \tag{4}$$

et dans le second

$$\int \left\{ \frac{\partial r}{\partial n} \frac{\partial}{\partial r} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial x_2^\alpha\,\partial y_2^\beta\,\partial z_2} \frac{\mathrm{F}(r+\rho)}{\rho} - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial x_2^\alpha\,\partial y_2^\beta\,\partial z_2^\gamma} \frac{\partial \rho}{\partial} \left[\frac{\mathrm{F}(r+\rho)}{\rho} \right] \left(\frac{\partial \rho}{\partial n} \right) \right\} d\sigma. \tag{5}$$

» Ceci posé, si l'on suppose que le point A est un centre d'ébranlement,

dans un milieu où la vitesse de propagation est V, l'expression

$$(6)\qquad \frac{d^{\alpha+\beta+\gamma}}{\partial x^{\alpha}\, dy^{\beta}\, \partial z^{\gamma}}\, \frac{\varphi(\mathrm{R}+\mathrm{V}t)}{\mathrm{R}}$$

est la forme des composantes du déplacement pour un type ([1]) particulier d'ébranlement simple; la forme la plus générale est la somme de termes analogues, différant par les valeurs de α, β, γ; en substituant dans les identités (4) et (5) $\varphi(r+\rho-\mathrm{V}t)$ à $\mathrm{F}(r+\rho)$, on aura deux manières de représenter l'ébranlement reçu au point B, en le considérant comme résultat de la superposition d'ébranlements ayant comme centres les éléments de la surface Σ, centres fictifs dont les mouvements seraient en retard du temps $\frac{r}{\mathrm{V}}$ sur le mouvement du centre A. En adoptant la forme (4), l'ébranlement au point B résultera d'ébranlements du premier et du second type seulement; en prenant pour surface Σ une sphère enveloppant le point B, et de rayon ρ, on voit que le mouvement du point B ne dépend que de la valeur du déplacement et de sa vitesse, sur cette sphère, à l'époque $t-\frac{\rho}{\mathrm{V}}$, et l'on retrouve après quelques transformations simples la solution de Poisson.

» En supposant la surface Σ quelconque et la fonction F sinusoïdale, on retrouve les formules données par Helmholtz et Kirchhoff dans ce cas particulier. La seconde forme (5) est plus expressive, chacun des centres fictifs produisant deux ébranlements, l'un de même ordre que l'ébranlement primitif, l'autre d'un ordre plus élevé d'une unité; elle paraît moins commode pour les calculs.

» On pourrait encore prendre pour F(R) la forme plus générale

$$(7)\qquad \frac{e^{-\mathrm{KR}}}{\mathrm{R}}\,\varphi(\mathrm{R}-\mathrm{V}t);$$

les formules (4) et (5), et, par conséquent, le principe d'Huygens dont elles sont l'expression analytique, subsisteraient toujours. On peut donc l'appliquer, sans aucune rectriction relative à la forme de la fonction φ, à un milieu isotrope, absorbant, mais sans dispersion. Si le milieu est doué de dispersion, il ne s'applique qu'aux mouvements ayant une vitesse de propagation bien déterminée, tels que les mouvements de forme sinusoïdale.

» Les formes (4) et (5) ne sont pas les seules que l'on puisse employer

---

([1]) Un ébranlement sera dit d'ordre p, quand la somme des exposants $\alpha+\beta+\gamma=p$.

pour représenter

$$4\pi \frac{\partial^{\alpha+\beta+\gamma}}{\partial x^\alpha\, dy^\beta\, \partial z^\gamma} e^{-\text{KR}} \frac{\varphi(\text{R}-\text{V}t)}{\text{R}};$$

on a, en effet,

$$\frac{\partial}{\partial x_1} = -\frac{\partial}{\partial x_2}, \quad \frac{\partial}{\partial y_1} = -\frac{\partial}{\partial y_2}, \quad \frac{\partial}{\partial z_1} = -\frac{\partial}{\partial z_2}.$$

» On pourra donc déduire cette valeur de celle de (6) par des différentiations portant indifféremment sur les coordonnées du point A ou du point B.

» Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que lorsque la fonction φ est périodique et de longueur d'onde négligeable par rapport à r et ρ, les expressions (4) et (5) se simplifient notablement; en désignant par λ, μ, ν, λ_1, μ_1, ν_1, les cosinus directeurs des distances r et ρ, et par ψ et ψ_1 les angles de ces lignes, comptées dans la direction de la propagation, avec la normale à la surface Σ, et enfin par Λ, M, N les cosinus directeurs de R, l'expression (4) devient

$$\frac{1}{\text{V}} \frac{\partial^{p+1}}{\partial t^{p+1}} \int \frac{1}{r\rho} \lambda^\alpha \mu^\beta \nu^\gamma \varphi(r+\rho-\text{V}t)(\cos\psi + \cos\psi_1)\, d\sigma = 4\pi \Lambda^\alpha \text{M}^\beta \text{N}^\gamma \frac{\partial^p}{\partial t^p} \frac{\varphi(\text{R}-\text{V}t)}{\text{R}},$$

et l'expression (5) prend une forme semblable où entrent λ_1, μ_1, ρ_1. Il résulte de là que le déplacement en B à l'époque t est complètement déterminé par les vitesses seules, en chacun des points de la surface Σ à l'époque $t - \frac{\rho}{\text{V}}$, tandis que dans le cas général les vitesses et les déplacements interviennent à la fois. »

ÉLECTRICITÉ. — *Théorème relatif au calcul de la résistance d'une dérivation.* Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume**, présentée par M. Cornu.

« 1. Les caisses de résistance à double entrée (décades de Carpentier) sont généralement employées pour obtenir, par addition des bobines, des multiples exacts de l'unité; cependant, en établissant des dérivations des bobines entre elles, on arrive à des valeurs fractionnaires ou à des sous-multiples de l'unité. Mais le nombre des chevilles nécessitées pour la combinaison augmente avec le nombre des bobines, c'est-à-dire en même temps que la résistance du circuit diminue. Si, par exemple, on groupe dix bobines de 1 ohm en quantité, on a 11 chevilles dans le circuit, et leur résistance est loin d'être négligeable vis-à-vis de $0^{\text{ohm}},1$. La *fig.* 1_a,

expliquée par un diagramme *fig.* 1_b, représente une partie d'un pareil circuit. Dès que l'on dépasse trois ou quatre bobines, le calcul exact, par les formules ordinaires, de la résistance comprise entre A et B est extrêmement laborieux. On peut alors faire usage d'un procédé détourné qui, dans ce cas particulier, conduit à un calcul très simple.

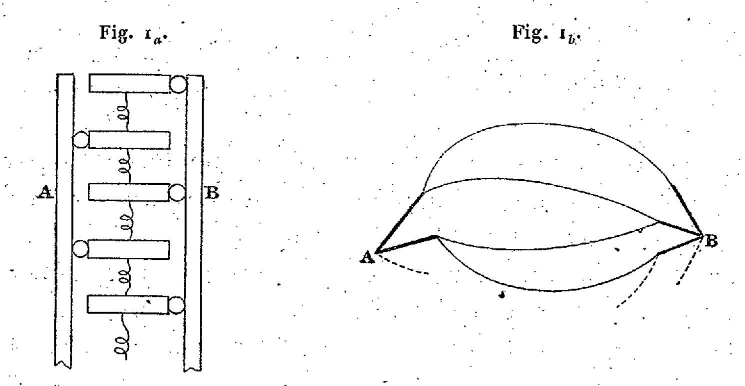


Fig. 1_a. Fig. 1_b.

» 2. Établissons d'abord une formule générale. Soit un fil KL, de résistance r_0, se prolongeant en L par n fils de résistances $r_1, r_2, \ldots, r_n$, qui se réunissent en un même point M. La résistance du circuit compris entre K et M est, comme on sait,

$$(1) \qquad R = r_0 + \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \ldots + \frac{1}{r_n}};$$

or cette expression peut être trouvée, en outre du procédé immédiat, par les considérations suivantes : supposons le fil KL composé d'un faisceau de n fils aboutissant à chacune des bobines $r_1, r_2, \ldots$; si les résistances de ces fils sont proportionnelles à celles des bobines qui leur correspondent, on pourra les isoler les uns des autres, sans rien modifier à la distribution de l'électricité dans le circuit; nous aurons alors n circuits distincts, partant de K et aboutissant en M; en désignant par $r'_1, r'_2, \ldots, r'_n$ les résistances des fils du faisceau, la résistance de l'ensemble, représentée par $\frac{1}{\frac{1}{r_1+r'_1} + \frac{1}{r_2+r'_2} + \ldots + \frac{1}{r_2+r'_n}}$, sera égale à R si, pour le fil d'ordre p, on a

$$(2) \qquad r'_p = r_0 r_p \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \ldots + \frac{1}{r_n}\right).$$

C'est de cette expression que nous ferons usage.

» 3. Appliquons d'abord cette méthode à un exemple, en calculant la résistance du circuit compris entre A et D (*fig.* 2_a). Nous substituons, à la dérivation réelle, celle qui

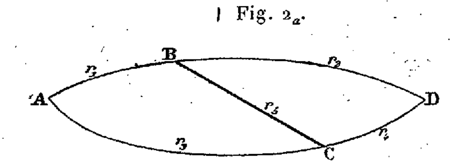


Fig. 2_a.

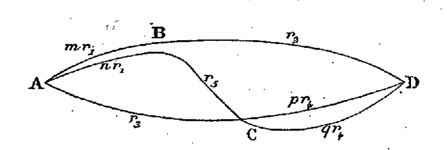


Fig. 2_b.

est représentée dans la *fig.* 2_b; les résistances r_1 et r_4 sont divisées chacune en deux autres, mr_1, nr_1, pr_4, qr_4, et la résistance cherchée est donnée par

$$(3)\qquad R=\frac{1}{\dfrac{1}{mr_1+r_2}+\dfrac{1}{nr_1+r_5+qr_4}+\dfrac{1}{r_3+pr_4}};$$

et l'on a, pour déterminer m, n, p, q, les équations

$$(4)\qquad \begin{cases} m=r_2\left(\dfrac{1}{r_2}+\dfrac{1}{r_5+qr_4}\right)=\dfrac{n}{n-1}, \\ p=r_3\left(\dfrac{1}{r_3}+\dfrac{1}{nr_1+r_5}\right)=\dfrac{q}{q-1}. \end{cases}$$

» Ces équations se séparent en deux groupes de deux équations du premier degré à deux inconnues, qu'il suffit de résoudre pour connaître R.

» 4. Désignons, dans le diagramme explicatif *fig.* 1_b, respectivement par $a_1, a_2, \ldots, b_1, b_2, \ldots$ les résistances partant de A et B (les chevilles), par $r_1, r_2, \ldots$ les résistances principales (les bobines); nous divisons chacune des premières en deux autres, dans les rapports $m_1, n_1, m_2, n_2, \ldots$; $p_1, q_1, p_2, q_2, \ldots$ (dans le cas actuel, $p_1=\infty$, $q_1=1$); le circuit enchevêtré, compris entre A et B, sera ainsi remplacé par les circuits parallèles suivants

$$\begin{gathered} m_1a_1+r_1+\ b_1, \\ n_1a_1+r_2+p_2b_2, \\ m_2a_2+r_3+q_2b_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \end{gathered}$$

et l'on aura, pour déterminer m, n, p, q, les relations

$$\begin{gathered} m_1=(r_1+b_1)\left(\frac{1}{r_1+b_1}+\frac{1}{r_2+p_2b_2}\right)=\frac{n_1}{n_1-1}, \\ p_2=(r_2+n_1a_1)\left(\frac{1}{r_2+n_1a_1}+\frac{1}{r_3+m_2a_2}\right)=\frac{q_2}{q_2-1}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{gathered}$$

La résolution exacte de systèmes, dans le cas général, est encore assez compliquée; on peut cependant, à l'inspection du diagramme, faire une supposition approchée pour l'une des valeurs n ou p, et calculer les autres par récurrence; la dernière équation laissera un résidu; modifiant sa première supposition, on trouvera un autre résidu, et on achèvera par les méthodes connues d'approximation.

» Dans le cas particulier qui nous occupe, le calcul se simplifie considérablement; en effet, les résistances a_1, a_2, ..., b_1, b_2, ... sont très petites et peuvent être considérées comme égales entre elles; désignons-les collectivement par ε; les résistances r_1, r_2, ... peuvent aussi, dans le terme correctif, être considérées comme identiques; les résistances ε seront donc simplement divisées en deux parties égales, et l'on aura

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1+3\varepsilon}+\frac{1}{r_2+4\varepsilon}+\frac{1}{r_3+4\varepsilon}+\ldots+\frac{1}{r_n+3\varepsilon}}.$$

» Le calcul est toujours très simple, quelles que soient les valeurs relatives des résistances de chaque groupe a, b et r, à la seule condition que les a et b soient beaucoup plus petits que les r.

» La correction pour les chevilles, comme elle vient d'être indiquée, améliore sensiblement le résultat lorsqu'on met les bobines de la décade en dérivation; cependant, la variabilité des contacts laisse encore subsister une légère incertitude, et il est nécessaire, si l'on veut opérer avec sécurité, d'employer les contacts à mercure. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination de combinaisons formées par les solutions aqueuses d'acide malique avec les phosphomolybdates alcalins blancs.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« Les phosphomolybdates alcalins blancs découverts par M. Debray sont des corps dont la composition peut être représentée par la formule $3RO, PhO^5, 5MoO^3$; ils sont très solubles dans l'eau et sont susceptibles de former avec les solutions aqueuses d'acide malique des liquides qu restent pendant un certain temps incolores. J'ai étudié ces liquides par le procédé dont j'ai fait usage dans mes recherches antérieures sur les combinaisons des acides tartrique et malique avec les molybdates et tungstates

alcalins, et j'ai réussi à mettre en évidence la production et la transformation de combinaisons produites par ces corps complexes avec l'acide malique.

» Les expériences ont été faites avec des solutions contenant $1^{gr},1166$ d'acide malique additionné de quantités de sel croissant par fractions égales d'équivalent et de l'eau distillée nécessaire pour amener le volume à occuper 12^{cc} à la température de 15°, qui était celle des observations. Ces solutions étaient contenues dans un tube de $105^{mm},7$ de longueur et mesurées par rapport à la lumière du sodium avec le polarimètre de M. Laurent

» Le Tableau ci-après résume les résultats obtenus.

» L'examen de ces résultats conduit aux remarques suivantes :

» 1. *Phosphomolybdate de soude :* $3NaO, PhO^5, 5MoO^3$. — 1° La rotation initiale de $-0°,11$ va graduellement en croissant jusqu'à la valeur maxima $-6°39'$ (36 fois plus grande que la valeur primitive) qui correspond à $\frac{1}{4}$ d'équivalent de sel; on peut en conclure qu'il y a production d'une combinaison entre 4 équivalents d'acide malique et 1 équivalent de phosphomolybdate de soude. 2° Pour des quantités de sel plus grandes, la rotation diminue, devient positive, puis atteint un maximum de $+6°20'$ (34 fois la rotation initiale) qui correspond à 1,5 équivalent de sel; on en déduit qu'il y a production d'une combinaison entre 2 équivalents d'acide malique et 3 équivalents de phosphomolybdate de soude. 3° Pour de nouvelles additions de sel, la rotation décroît, ce qui indique que la combinaison précédente se détruit pour donner lieu à un nouveau groupement des corps en contact.

» 2. *Phosphomolybdate d'ammoniaque :* $3AzH^4O, PhO^5, 5MoO^3$. — Ce sel donne lieu à des phénomènes tout à fait semblables aux précédents : 1° premier maximum de $-6°38'$ presque égal à celui donné par le sel de soude indiquant aussi une combinaison entre 4 équivalents d'acide malique et de 1 équivalent de sel; 2° diminution de rotation, changement de sens et maximum de $+2°5'$ de valeur moindre que celui que présente le sel de soude, mais indiquant la production d'une combinaison qui est analogue et formée de 2 équivalents d'acide malique et 3 équivalents de phosphomolybdate d'ammoniaque; 3° enfin, diminution de la rotation indiquant la transformation de cette combinaison.

» 3° *Phosphomolybdate de potasse :* $4KO, PhO^5, 5MoO^3$. — 1° Ici encore la rotation augmente jusqu'à un maximum de $-6°50'$, à peu près de même grandeur que pour les deux sels précédents, mais ce maximum cor-

Fractions d'équivalent de sel en $\frac{1}{48}$ d'éq.	Phosphomolybdate de soude.		Phosphomolybdate d'ammoniaque.		Phosphomolybdate de potasse.	
	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{48}$ d'éq.	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{48}$ d'éq.	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{48}$ d'éq.
	° ′	′	° ′	′	° ′	′
0	−0.11	»	−0.11	»	−0.11	»
0,5	−0.41	60	−0.41	60	−0.41	60
1	−1.15	64	−1.15	64	−1.11	60
2	−2.15	60	−2.14	59	−2.15	64
3	−3.15	60	−3.12	58	−3.10	55
4	−4. 3	48	−4. 7	55	−3.57	47
5	−4.54	51	−4.55	48	−4.45	48
6	−5.29	35	−5.33	38	−5.24	39
7	−6. 0	31	−5.58	25	−5.44	20
8	−6.15	15	−6.20	22	−6. 0	16
9	−6.21	6	−6.29	9	−6.14	14
10	−6.29	8	−6.32	3	−6.21	7
11	−6.38	9	−6.36	4	−6.25	4
12 = $\frac{1}{4}$ éq.	−6.39	+ 1	−6.38	+ 2	−6.28	3
13	−6.37	− 2	−6.38	0	−6.31	3
14	−6.36	1	−6.38	0	−6.34	3
16	−6.35	0,5	−6.38	0	−6.39	2,5
18	−6.25	5	−6.35	− 1,5	−6.42	1,5
20	−6.15	5	−6.35	0	−6.45	1,5
22	−6.2	6,5	−6.32	1,5	−6.47	1
24 = $\frac{1}{2}$ éq.	−5.55 (1)	3,5	−6.24	4	−6.50	+ 1,5
26	−5.47	4	−6.12	6	−6.48	− 1
28	−5.29	9	−6. 4	4	−6.47	0,5
30	−5.2	13,5	−5.52	6	−6.39	4
36	−3.0	20,3	−4.17	15,8	−5.40	10
42	+0.42	37	−2.14	20,5	−4.20	13
48 = 1 éq.	+3.50	31,3	−0.21	17,7	−2.38	17
54	+5.18	14,7	+0.46	11,2	−1.50	8
60	+6.6	8	+1.30	7,3	»	»
66	+6.19	2,2	+2.1	5,2	»	»
72 = 1éq,5.	+6.20	− 0,2	+2.5	− 0,7	»	»
78	+5.48	+ 5,3	+2.0	+ 0,8	»	»
84	+5.31	2,8	+1.55	0,7	»	»
90	+4.59	5,3	»	»	»	»
96 = 2 éq.	+4.36	3,8	»	»	»	»
102	+4.5	5,1	»	»	»	»

(1) Les expériences suivantes ont été faites avec des solutions sursaturées.

respond à $\frac{1}{2}$ équivalent de sel ajouté à 1 équivalent d'acide malique. Il indique la formation d'un composé de 2 équivalents d'acide et de 1 équivalent de phosphomolybdate de potasse. 2° Pour de nouvelles additions, la rotation diminue graduellement. Le phosphomolybdate de potasse, bien que présentant une composition analogue aux deux sels précédents, ne se comporte pas de la même manière et donne lieu avec l'acide malique à des combinaisons différentes. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les conductibilités des acides organiques isomères et de leurs sels.* Note de M. **Ostwald**, présentée par M. Lippmann.

« Dans les *Comptes rendus* du 5 janvier 1891, p. 46, il se trouve une Communication de M. D. Berthelot qui se rapporte à une question dont je me suis occupé d'une manière assez étendue quelques années auparavant. Ainsi j'ai constaté, en 1888, que les sels des acides isomères ont des conductibilités identiques (*Zeitschr. f. physikalische Chemie*, 2, 848), loi que M. D. Berthelot donne comme nouvelle. De la même manière j'ai trouvé déjà, en 1885 (*Journal für practische Chemie*, t. XXXII, p. 340), que les acides tartrique et racémique ont des conductibilités identiques, et j'en ai tiré les conséquences concernant la dissociation complète de l'acide racémique en acides tartriques gauche et droit dans les dissolutions étendues. J'ai constaté aussi en 1889 (*Zeitschr. f. ph. Ch.*, 3, 372) que l'acide gauche possède, en effet, absolument la même conductibilité que les deux autres, M. D. Berthelot n'ayant pas mesuré la dernière.

» Les mesures de la conductibilité des acides organiques dans des limites très étendues de dilution, faites par moi et mes élèves, et publiées dans la *Zeitschr. f. ph. Chemie*, ont atteint jusqu'à présent le nombre de quatre cents acides environ de tous les genres. Les lois unissant cette propriété avec la constitution des acides, lois qui ont quelque intérêt au point de vue théorique ainsi que pratique, se trouvent détaillées dans les publications mentionnées, et elles ont déjà rendu des services distincts à plusieurs savants pour éclaircir la constitution de certains acides nouvellement obtenus ou de vieille date. En conséquence, l'emploi de la méthode de la conductibilité électrique pour la solution de pareils problèmes est assez répandu en Allemagne, et c'est avec plaisir que je vois cette précieuse méthode faire son tour dans le monde scientifique. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Réponse à la Note de M.* Ostwald. Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« L'application des conductibilités électriques à l'étude des composés chimiques n'est pas nouvelle dans la Science. MM. Kohlrausch et Bouty, sans remonter plus haut, en ont montré toute l'importance, et MM. Foussereau et Bouty ont appelé l'attention sur l'application de ces mesures à la connaissance des équilibres chimiques proprement dits : le premier dans le cas des réactions lentes, le second d'une manière générale. C'est à la suite de M. Bouty et d'après ses conseils que je me suis engagé, pour ma modeste part, dans cette voie qui appartient aujourd'hui au domaine général de la Science, commun à tous les savants et à toutes les nationalités. Je demande la permission de repousser la réclamation de M. Ostwald.

» Les méthodes d'expérimentation que j'ai employées ne sont pas les siennes : ce sont celles de mes maîtres MM. Lippmann et Bouty, très différentes de celles de M. Ostwald, et plus sûres d'après l'opinion de plusieurs physiciens. J'ai eu recours, en effet, à l'électromètre capillaire de M. Lippmann, tandis que M. Ostwald a fait usage du procédé des courants alternatifs.

» A un point de vue physique plus général, le savant allemand s'est borné à étudier les conductibilités des *électrolytes isolés*, tandis que j'ai eu pour objet l'étude des *équilibres et des réactions de plusieurs électrolytes en présence*. C'est là une recherche toute différente, dont le principe est dû à M. Bouty, qui en a donné plusieurs exemples caractéristiques, et dont M. Chroustchoff a fait depuis d'heureuses applications ([1]).

» Quant aux problèmes chimiques que j'ai essayé d'aborder, tels que ceux de la constitution des acides et de leurs sels et de leur isomérie, ce sont des problèmes courants en Chimie et en Thermochimie, introduits par des maîtres français et d'autres nations, dans la Science, bien des années avant que M. Ostwald ait eu occasion de s'en occuper. Il serait injuste d'ailleurs de méconnaître les résultats qu'il a obtenus dans cette étude et j'ai pris soin de rappeler ceux qui intéressaient l'objet traité dans ma Note; mais les problèmes mêmes sont du domaine public : j'ai exécuté pour leur solution, dans les laboratoires de la Faculté des Sciences, un grand travail qui

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1003, 1100, 2161.

m'occupe depuis plusieurs années, qui sera prochainement publié en son ensemble et dont j'ai seulement détaché jusqu'ici quelques résultats.

» Parmi ceux-ci deux points spéciaux seulement sont réclamés par M. Ostwald : j'y vais répondre en peu de mots.

» La dissociation de l'acide racémique dans ses dissolutions est connue depuis longtemps par les mesures thermochimiques de MM. Berthelot et Jungfleisch ([1]). Les mesures de conductibilités prises soit par M. Ostwald, qui a oublié d'ailleurs de citer ses prédécesseurs, soit par moi-même, n'apportent donc sur ce point qu'une confirmation, sans aucun renseignement théorique nouveau. Mais j'ai donné, au contraire, des mesures originales sur l'acide tartrique inactif par nature, lequel est précisément parmi les quatre isomères le seul qui se comporte d'une manière spéciale et qui ne figure pas parmi les 400 acides étudiés par le physicien de Leipzig ou dans son laboratoire.

» Quant aux sels isomères, ceux que j'ai étudiés sont surtout les sels d'acides bibasiques : or aucun de ces sels ne figure dans les mesures de M. Ostwald, qui a examiné seulement les sels de quelques acides monobasiques isomères. Ce n'est pas ici une vaine remarque; car il y avait là précisément une question non résolue et que M. Ostwald ne laisse pas soupçonner : la conclusion de M. Ostwald ne portant que sur la valeur limite des conductibilités moléculaires calculée pour une dilution infinie. Mais un travail de M. Walden, élève de M. Ostwald, dans lequel se trouvent examinés ([2]) les sels magnésiens de quelques acides bibasiques isomères, avait montré que les conductibilités limites pour une dilution infinie des sels isomères peuvent tendre vers un même chiffre, tandis que les valeurs mesurées réellement à diverses concentrations finies sont dissemblables. La question demeurait donc ouverte. Elle exigeait une étude nouvelle et détaillée. C'est précisément l'un des objets de ma Note précédente et je réclame l'originalité de mes expériences. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Électrométallurgie de l'aluminium* ([3]). Note M. **Adolphe Minet**.

« De nouvelles recherches sur l'électrolyse du fluorure d'aluminium à l'état fondu m'ont permis d'améliorer le rendement du système en fonc-

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. IV, p. 147; 1875.
([2]) *Zeitschrift für physik. Chem.*, t. I, p. 529.
([3]) *Comptes rendus*, 17 février, 9 juin, 27 octobre 1890.

tion de la quantité d'électricité mise en jeu, d'abaisser la différence de potentiel aux électrodes; j'ai pu, par suite, atteindre à une production de 32^{gr} de métal pour une dépense d'une quantité d'énergie équivalente à 1 cheval-heure.

» *Conditions de l'expérience.* — La nature du bain n'a subi aucun changement, pas plus que le mode d'alimentation; les dispositions de la cuve et des électrodes diffèrent, au contraire, de celles qui avaient été adoptées dans les essais précédents.

» La cuve est en fonte, elle a conservé sa forme primitive; mais ses dimensions sont plus petites; elle est munie *intérieurement* d'une garniture de charbon aggloméré, qui s'isole de l'électrolyte; elle sert d'*électrode négative.*

» L'aluminium s'écoule le long des parois en charbon, au fur et à mesure de sa formation, se rassemble au fond du creuset, d'où il est extrait au moyen d'un trou de coulée. Un appareil ainsi établi fournit une marche continue pendant un temps qui varie entre 20 et 30 jours.

» Voici les points d'expériences relevés pour une seule cuve, le 10 décembre 1890; ils représentent la moyenne des résultats obtenus, pendant le courant du même mois, sur trois appareils semblables établis en tension.

» Densité du courant (intensité par centimètre carré) : au pôle positif $\delta = 0^{amp},75$, au pôle négatif $\delta = 0^{amp},5$. Température $t = 920°$. Durée de l'expérience $\theta = 22^{h}$.

Intensité	$I = 1500$ ampères	Résistance de l'électrolyte	$\rho = 0^{\omega},0017$
Quantité d'électricité	$(I\theta) = 330$ ampères-heures	Différence de potentiel aux électrodes	$E = e + \rho I = 4^{volts},55$
Poids théorique ...	$P = I\theta \times 0^{gr},34 = 11220^{gr}$	Énergie électrique exprimée en chevaux-vapeur	$W = \frac{\varepsilon I}{736} = 9^{ch},27$
Poids obtenu	$p = 6500^{gr}$	Quantité totale d'énergie dépensée en chevaux-heures	$W\theta = 204$ ch.-h.
Rendement du système en fonction de la quantité d'électricité	$\frac{p}{P} = 58$ pour 100		
Force électromotrice minima	$e = 2$ volts		

Poids du métal produit pour une dépense d'énergie électrique, dans l'électrolyte, correspondant à un cheval-heure	$31^{gr},9$
Quantité d'énergie dépensée en chevaux-heures, dans l'électrolyte, pour la production de 1^{kg} d'aluminium	31,3 ch.-h.

» En comparant ces résultats avec les chiffres trouvés le 11 février 1890 (¹), on remarque les avantages que présente la nouvelle disposition

(¹) *Comptes rendus*, 9 juin 1890.

de la cuve sur la première; ils sont de divers ordres; avec le dernier appareil, les manipulations sont également simplifiées.

» Lorsqu'on emploie l'alumine du commerce et qu'on la transforme directement en oxyfluorure d'aluminium, sans purification préalable, pour l'utiliser ensuite à l'alimentation du bain, le métal obtenu renferme de 2 à 3 pour 100 d'impuretés, constituées en grande partie par du silicium; la proportion du fer n'est que de $\frac{6}{1000}$ à $\frac{8}{1000}$. Tel quel toutefois, l'aluminium peut aisément se marteler et se travailler à froid. Avec des produits exempts de silice, la richesse du métal atteint 99 pour 100.

» Les observations qu'il m'a été donné de faire, dans le cours de cette dernière étude, me font prévoir que la différence de potentiel peut s'abaisser encore et atteindre un minimum de 4 volts, et cela quelle que soit l'intensité du courant, si l'on prend des dispositions en conséquence. Avec cette différence de potentiel, le chlorure de sodium, qui entre pour les $\frac{65}{100}$ dans la formation du bain, ne serait plus décomposé, sa force électromotrice minima étant de 4,35 volts, et le rendement en fonction de la quantité d'électricité s'élèverait à 70 pour 100.

» Les pertes seraient encore de 30 pour 100; nous n'avons pu en définir complètement la nature. D'après les recherches de M. Hampes, une de leurs principales causes résulterait de l'attaque du fluorure en fusion par l'aluminium à l'état naissant; il se formerait alors un sous-fluorure d'aluminium. En fait, le rendement augmente avec la dilution du fluorure d'aluminium dans le bain.

» Ces pertes sont considérablement diminuées, le rendement est presque théorique lorsque l'appareil est disposé pour la formation d'alliages d'aluminium; dans ce dernier cas, la garniture intérieure est supprimée, la cuve est constituée par un des métaux qui entrent dans la formation de l'alliage. L'aluminium à l'état naissant se combine avec le métal de la cuve, et le phénomène dont nous parlons plus haut se produit plus difficilement, en raison de cette nouvelle affinité. »

CALORIMÉTRIE. — *Emploi de la bombe calorimétrique pour la détermination de la chaleur de combustion de la houille.* Note de M. **Scheurer-Kestner**.

« La bombe calorimétrique de M. Berthelot se prête très bien à la détermination de la chaleur de combustion de la houille. Les avantages

connus que cet appareil offre sur celui de Favre et Silbermann se retrouvent lorsqu'on l'applique aux combustibles minéraux.

» Cependant, il est deux points qui méritent d'être signalés : M. Berthelot a introduit, dans les corrections relatives aux opérations faites avec sa bombe, la nécessité de tenir compte d'une certaine quantité d'acide azotique qui se forme toujours pendant la combustion; cet acide est déterminé par titration des eaux de lavage de l'intérieur de l'appareil. Or, la houille renferme, à peu près universellement, une certaine quantité de soufre qui se transforme en acide sulfurique; en titrant, après l'opération, il est clair que le titre trouvé se compose de celui des deux acides réunis. Il est donc indispensable de doser préalablement, ou bien après l'opération, le soufre contenu dans la houille, avant de pouvoir calculer en toute rigueur le nombre de calories fournies à la bombe par le combustible employé; cela n'a pas d'inconvénient lorsqu'on se livre à des recherches scientifiques; mais il en est autrement lorsqu'on veut simplement connaître la chaleur de combustion d'un combustible au point de vue industriel. Mais, dans ce cas et pour de telles applications, on peut supprimer entièrement ce genre de corrections, la chaleur due à la formation de traces d'acide azotique ne surpassant guère un millième de celle que produit le carbone, et la combustion du soufre concourant à la chaleur produite dans nos fourneaux, aussi bien que dans la bombe : l'erreur résultante sera dès lors pratiquement négligeable.

» Le second point à signaler est l'impossibilité de peser les cendres du combustible brûlé dans le calorimètre; il faut donc opérer sur des échantillons moyens, ce qui diminue, dans une mesure qui n'est pas bien considérable il est vrai, l'exactitude des calculs. M. Berthelot a indiqué l'emploi des pastilles, pour brûler des substances qu'il est nécessaire de superposer à d'autres pour compléter la combustion; l'emploi de pareilles pastilles m'a permis d'obtenir des résultats suffisamment exacts, quant à la détermination des cendres.

» La houille, réduite en poudre fine et bien mélangée, a été mise en pastilles : sur un certain nombre de ces pastilles on a déterminé les cendres; les limites d'erreur ont été au maximum de 4 millièmes; généralement les variations ne dépassent pas 1 à 2 millièmes.

» Mais ces inconvénients sont compensés, et au delà, par la facilité du maniement de la bombe, comparativement avec l'appareil de Favre et Silbermann, et par la plus grande certitude d'obtenir des résultats exacts. Avec la bombe, une fois que les conditions particulières à chaque sub-

stance, pour obtenir une combustion complète, ont été déterminées, la rapidité d'exécution ainsi que l'exactitude laissent loin derrière elles les anciens appareils.

» Les résultats que j'ai obtenus avec la bombe calorimétrique appliquée aux houilles sont tous inférieurs de 1 à 3 pour 100 à ceux que nous avons obtenus, il y a vingt ans, M. Meunier-Dollfus et moi; cette différence n'est pas à attribuer uniquement à l'emploi d'un autre appareil, mais aussi à l'application de meilleures méthodes d'installation des appareils et de correction, comme les a fait connaître M. Berthelot, dans son Ouvrage sur la Calorimétrie.

» Après avoir reconnu ce fait, j'ai repris l'appareil de Favre et Silbermann, afin d'étudier dans quelle mesure l'application des principes de M. Berthelot modifiait les données de notre ancien appareil, et j'ai prié M. Meunier-Dollfus d'entreprendre ce travail de vérification avec moi.

» Nous avons trouvé, en effet, que la bombe donnait toujours des résultats inférieurs, non seulement à ceux que nous avions obtenus en 1869, mais encore à ceux que nous en obtenons aujourd'hui avec le calorimètre de Favre et Silbermann.

» C'est ainsi qu'un échantillon de houille de Ronchamp, tiré récemment de la mine, a pour chaleur de combustion 8736 en employant notre appareil de Favre et Silbermann, et 8620 avec la bombe; il ne nous a pas été possible jusqu'à présent de trouver la cause d'une pareille différence, due sans doute aux procédés de correction mis en œuvre. Elle n'a pas été observée, d'ailleurs, dans les déterminations des chaleurs de combustion du carbone pur faites dans la bombe par MM. Berthelot et Petit, lesquels ont trouvé au contraire des nombres supérieurs de quelques millièmes à ceux de Favre et Silbermann.

» Au point de vue de la composition, cette dernière houille est la plus pauvre de cette mine, que nous ayons eue entre les mains. En effet, la houille de Ronchamp la plus pauvre de 1869 a donné 8946 et renfermait 12,75 pour 100 de carbone volatil, tandis que celle d'aujourd'hui n'en renferme que 10,68 pour 100. Or il a été démontré par nos premiers travaux que, pour la houille de Ronchamp, la puissance calorifique croît à mesure que le carbone volatil augmente. La plus riche renfermait 16,80 pour 100 de carbone volatil. Deux houilles du bassin du Nord, dont j'avais, assez récemment, déterminé la chaleur de combustion, m'ont donné,

avec la bombe, une différence de 106^{cal} sur la première et de 145 sur la seconde :

Houille de Bascoup.

Calorimètre Favre et Silbermann	8963
Bombe	8857

Houille maigre de Douvrin.

Favre et Silbermann	8545
Bombe	8400

» Enfin du charbon de bois fortement calciné, qui m'avait donné avec le calorimètre Favre et Silbermann 8000, n'a donné avec la bombe que 7929; la différence est de 71^{cal}.

» Quoi qu'il en soit, les conclusions que nous avions tirées de nos expériences antérieures, M. Meunier-Dollfus et moi, se trouvent modifiées dans une certaine mesure, en ce que le nombre des espèces de houille, donnant un chiffre plus élevé que l'addition de la chaleur de combustion des éléments se trouve diminué, et que, probablement, il existe des houilles dont la chaleur de combustion est inférieure à celle que donne le calcul d'après la loi de Dulong; pour ce qui concerne les chaudières à vapeur, nos conclusions ne sont que peu modifiées, car sur les calories qui manquaient, et qui s'élevaient à plus de 20 pour 100, la différence ne dépasse pas 3 pour 100. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Les mordants en teinture et la théorie de Mendéleieff.* Note de M. **Prud'homme**, présentée par M. Schützenberger.

« Les mordants employés pour fixer les matières colorantes sur les fibres végétales sont des oxydes métalliques, tels que ceux de Al, Cr, Fe, Sn, pour ne citer que les plus usités. Les oxydes intimement combinés à la fibre retiennent ou attirent la matière colorante avec laquelle ils forment des laques de nuances spéciales : par exemple, avec l'alizarine et les oxydes de Al, Cr, Fe et Sn, on obtient du rouge, du grenat, du violet et de l'orange.

» En étudiant à ce point de vue les divers oxydes et leur influence réciproque par voie de mélange, je suis arrivé à établir des relations entre les

nuances obtenues, en fonction des poids atomiques. Plus exactement, ces nuances subissent des variations continues, très sensibles en adoptant la division des éléments de Mendéleieff en groupes naturels et séries périodiques.

» Les principaux corps que j'ai étudiés sont :

» Li, Bo, Na, Mg, Al, Si, Ph, Cl, K, Ca, Va, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Br, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, I, Ba, Di, Ce, La, Tu, Hg, Pb, Bi, Ur.

» Je n'ai pu, faute de matière première, étudier Gl, Ti, Ga, In, Tl et Th, qui combleraient des lacunes importantes.

» On peut formuler ainsi les résultats de nombreux essais, faits dans les conditions les plus variées :

» 1° Dans chaque groupe de Mendéleieff, si l'on considère les termes des périodes de rang pair ou impair, il y a variation continue dans un sens déterminé, du bleu au rouge, ou du rouge au bleu. C'est le phénomène que présentent respectivement Mg, Zn, Cd et Ca, Sr, Ba.

» Or M. Lecoq de Boisbaudran a montré que, pour les trios tels que Mg, Zn, Cd — Ca, Sr, Ba — K, Pb, Cs, l'accroissement de longueur d'onde des raies *correspondantes* est proportionnel à l'accroissement du poids atomique. Les oxydes métalliques jouiraient donc de la propriété de communiquer à leurs combinaisons avec les matières colorantes des vibrations lumineuses en rapport avec celles de leurs métaux.

» 2° Dans chaque période, du premier au quatrième groupe, il y a progression vers le rouge. Du cinquième au huitième, il y a décroissance du rouge au bleu.

» Cette loi se vérifie facilement pour les périodes 3, 5 et 11.

» 3° Le groupe IV ne représente pas un maximum proprement dit, car les nuances qui lui correspondent (dans les périodes de rang impair) renferment un excès de jaune.

» Avec l'alizarine, Sn donne un orange franc, Cd et Sb des nuances rouges, Pb fournit un orange rougeâtre, Hg et Bi des nuances beaucoup plus rouges.

» Dans la période IV, le terme orangé n'appartient pas au groupe IV, mais est reculé jusqu'au groupe V, où il est représenté par le vanadium avec une grande netteté qu'accentue le voisinage du chrome, du manganèse et du fer, dont les combinaisons avec l'alizarine sont rouge grenat, rouge violacé et violet. Cette période IV, comme la sixième et la dixième, renferme plus de termes que les autres : il n'y a rien d'étonnant à ce que l'*élément orange* soit reporté plus vers la droite de la table.

» L'étain, terme central du système avec un poids atomique 118 égal, à peu de chose près, à la moitié de celui de l'urane (240), doit être et est, en effet, le représentant par excellence des nuances jaunes et orange. C'est un fait que la pratique de la teinture a depuis longtemps établi.

» Je constaterai, à titre de simple remarque, que les sulfures de Cd, Zn, Sn, Sb, Te, corps appartenant à la septième période, sont tous jaunes ou orangés.

» Outre la méthode de production des nuances sur tissu, on peut employer celle des *laques*, qui consiste à précipiter par un alcali ou un sel alcalin (borate, silicate, phosphate, etc.) les oxydes de leurs solutions salines, en présence d'une matière colorante soluble, comme l'alizarine, le bleu d'alizarine, etc. Il y a souvent, entre les résultats obtenus sur tissu et ceux dont les laques sont la manifestation, *interversion totale*, c'est-à-dire que le terme le plus bleu devient le plus rouge et réciproquement.

» Les violets d'alizarine au fer, avec addition de Mg, Zn, Cd, varient du rouge au bleu; avec Ca, Sr, Ba, du bleu au rouge.

» Des solutions de sels de Mg, Zn, Cd, auxquelles on ajoute une solution ammoniacale d'alizarine, fournissent une laque bleue pour Mg, rouge jaunâtre pour Zn, violette pour Cd. Avec des solutions de sels de Ca, Sr, Ba la laque la plus rouge est celle de Ca, la plus bleue celle de Ba.

» L'influence des bases se fait sentir par la seule présence de leurs sels : des solutions de sulfates de Li, Na et K donnent, avec une solution ammoniacale d'alizarine, des nuances se dégradant du violet au rouge. On pent admettre que la base du sel se partage entre l'acide et l'alizarine, corps à fonction acide : l'influence des bases n'en reste pas moins nette.

» Il n'en est pas de même de celle des acides, bien qu'il me semble avoir pu constater des différences entre la nuance des solutions de KCl, KBr et KI.

» L'action de Cl, Br et I (analogues à Mg, Zn, Cd) se fait nettement sentir dans la série des matières colorantes dérivées de la fluorescéine (éosine, primerose, rouge de Magdala, etc.). Ce sont des tétrachlorures, tétrabromures et tétra-iodures de la fluorescéine ou des composés renfermant à la fois Cl et Br, Cl et I, Br et I. Leurs nuances diffèrent sensiblement. Dans ce cas, le noyau fluorescéine peut être considéré comme le mordant, Cl, Br et I étant la matière colorante.

» Je ne passerai pas en revue chacun des groupes, ni chacune des périodes. J'observerai seulement que, dans les groupes, la loi de progression se continue jusqu'au dernier terme. Ph, As, Sb, Bi accentuent la décrois-

sance du bleu au rouge. Dans le groupe VI, il en est de même : Cr donne avec l'alizarine un rouge grenat, qui se transforme, en passant par Mo et Tu, jusqu'à se changer, avec Ur, en un violet, le plus bleu qu'on puisse obtenir avec un seul oxyde. »

MICROBIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur le tétanos*. Note de MM. **Vaillard** et **H. Vincent**, présentée par M. Duclaux ([1]).

« Le tétanos a pour cause un bacille que Nicolaier a décrit, et dont Kitasato a prouvé la spécificité. Ce bacille se développe uniquement dans la plaie des tétaniques, où il sécrète un poison ou toxine d'une extrême activité qui, par sa diffusion, produit la maladie. Le microbe élabore aussi sa toxine dans les milieux de culture artificiels; on peut l'y déceler et étudier ses propriétés, comme K. Faber l'a fait le premier.

» Si la nature parasitaire du tétanos et le mécanisme suivant lequel le microbe engendre la maladie se trouvent ainsi définitivement établis, des faits obscurs ou contradictoires restent encore, aussi bien dans son histoire expérimentale que dans son étiologie.

» L'inoculation aux animaux des cultures pures du bacille tétanique détermine sûrement le tétanos; mais, contrairement à ce qui s'observe chez l'homme ou les animaux spontanément atteints de la maladie, l'agent pathogène ne se multiplie pas au point infecté; il disparaît même, après quelques heures, de la région où il a été introduit. Les accidents tétaniques n'en suivent pas moins un cours rapide. Cette particularité est en contradiction avec les données acquises sur les maladies parasitaires, dont l'évolution est toujours corrélative de la pullulation du microbe pathogène. L'anomalie s'explique par un fait qui avait échappé aux expérimentateurs : les cultures du bacille tétanique inoculées agissent seulement par la toxine qu'elles contiennent; les animaux succombent intoxiqués par le poison que le bacille a élaboré *in vitro*, et non parce que celui-ci a vécu et pullulé dans les tissus. Ce poison est très actif : il suffit en effet de $\frac{1}{1000}$ de centimètre cube d'une culture stérilisée par filtration pour donner au cobaye un tétanos mortel, et de $\frac{1}{100000}$ de centimètre cube pour tuer une souris.

» La preuve est facile à donner que le microbe n'intervient pour rien dans le tétanos expérimental. On peut inoculer à des animaux très sensibles des doses considérables de bacilles tétaniques purs, soit jeunes et

([1]) Ces recherches ont été effectuées au laboratoire du Val de Grâce.

en voie de développement actif, à un moment où la toxine n'est pas encore sécrétée, soit pourvus de leur spore, mais privés par un lavage de toute trace de toxine, sans produire le tétanos : dans ces conditions l'agent pathogène ne végète pas au sein des tissus, il n'élabore, par suite, pas son poison et reste incapable de provoquer la maladie.

» Ce fait explique une particularité insolite de l'histoire expérimentale du tétanos. Tandis que les maladies parasitaires transmissibles à un animal peuvent se communiquer indéfiniment d'un sujet à l'autre par l'inoculation des produits (tissus ou humeurs) recélant l'agent pathogène, pour le tétanos il n'en est pas ainsi; les produits recueillis sur un animal, sensible au tétanos, infecté au moyen des cultures pures ne sont pas inoculables. La raison en est que le microbe, à l'état pur, ne se multiplie pas dans l'animal inoculé.

» Il résulte encore de ce fait qu'une différence profonde existe entre la genèse du tétanos inoculé et celle du tétanos qui survient dans les conditions ordinaires de l'infection. Dans le premier cas on injecte, avec le microbe, la dose de toxine suffisante pour donner la maladie. Dans le second, des spores sans toxine déjà préparée souillent une plaie et doivent, avant de susciter la maladie, germer et élaborer le poison spécifique. Les faits ne sont pas similaires.

» Ceci nous conduit à une autre difficulté. Étant données l'ubiquité des germes du tétanos, leur abondance dans le sol et les autres milieux extérieurs, la facilité avec laquelle ils peuvent arriver au contact des plaies, on ne concevait pas aisément la rareté réelle de la maladie. La raison en est peut-être bien simple. Nous venons de voir que la pénétration de l'agent pathogène ne provoque pas fatalement le tétanos; certaines conditions sont nécessaires pour qu'il évolue dans les plaies, et d'autres, au contraire, ne lui permettent pas d'évoluer.

» Les résultats négatifs de l'inoculation aux animaux, même à dose considérable, de bacilles ou spores tétaniques sans toxine démontrent que le microbe seul ne peut pas produire la maladie. Mais il la provoque sûrement si on lui associe un organisme banal, comme le *Microbacillus prodigiosus*. Un moyen non moins propre à donner le tétanos sera d'infecter une plaie, puis de la laisser ouverte aux souillures extérieures. Cette condition est aisément réalisée en introduisant dans un décollement de la peau un fragment d'ouate imprégné de quelques spores sans toxine. La plaie béante est bientôt envahie par des microbes adventices, et toujours le tétanos survient.

» Ainsi se trouve établi, avec le rôle des associations microbiennes dans

la pathogénie du tétanos, un fait nouveau dans l'histoire des maladies parasitaires.

» Les germes pathogéniques actuellement connus agissent d'autant mieux et plus sûrement chez l'animal, qu'ils sont purs de tout mélange; la première condition à réaliser, pour l'étude expérimentale de la maladie qu'ils provoquent, consiste donc dans l'isolement parfait du virus et son inoculation à l'état de pureté absolue. Tel n'est point le cas du tétanos : le virus pur est inoffensif pour l'animal; le virus impur est au contraire très meurtrier. Seul, le microbe du tétanos est incapable de végéter dans les tissus d'un animal sain, mais il pullule si l'on fait intervenir simultanément d'autres microbes qui peuvent être ou banaux ou pathogènes. Ainsi s'expliquent les propriétés tétanigènes de la terre si riche en microbes divers, et l'inoculabilité des produits recueillis dans les plaies des tétaniques, où le bacille spécifique est toujours mélangé à des organismes qui ont favorisé sa pullulation. Mais cette inoculabilité des produits tétaniques a une limite, car l'on ne peut transmettre la maladie en séries indéfinies, contrairement à ce qui existe pour les autres affections parasitaires : c'est que les organismes d'impureté disparaissent dans les passages d'animal à animal, et le virus épuré devient incapable de végéter.

» De plus, tous les microbes ne possèdent pas l'aptitude à faciliter le développement du bacille tétanique dans les plaies; c'est seulement le propre de quelques-uns : aussi comprend-on l'inconstance des effets consécutifs à la souillure des plaies par la terre.

» Outre les associations microbiennes, d'autres circonstances peuvent encore favoriser l'infection par le bacille tétanique : telle est l'action de certains agents chimiques sur les tissus (acide lactique, triméthylamine), telle est aussi la meurtrissure des muscles. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Théorie chimique de la coagulation du sang.* Note de MM. **Maurice Arthus** et **Calixte Pagès**, présentée par M. Chauveau.

« Les recherches d'Alexander Schmidt ont montré que la coagulation du sang est un phénomène de fermentation chimique. Le fibrinogène et la substance fibrinoplastique pour Schmidt, le fibrinogène seul pour Hammarsten, sont les matériaux aux dépens desquels se forme la fibrine; le fibrinferment est l'agent de la transformation. Les expériences que nous

avons faites viennent compléter les théories de Schmidt et de Hammarsten, en mettant en évidence le rôle fibrinoplastique des sels de chaux.

» Si l'on reçoit dans 25^{cc} d'une solution à 0,9 pour 100 d'oxalate de potasse 225^{cc} de sang, ce mélange (contenant 0^{gr},001 d'oxalate pour 1^{cc} de sang) ne coagule pas spontanément quelle que soit la température, quelle que soit la durée de l'observation. On peut remplacer l'oxalate de potasse par une même quantité d'oxalate de soude ou d'ammoniaque; ou par un fluorure, un silicate ou un savon alcalins. Tous ces corps peuvent être employés en solutions concentrées, en solutions étendues ou en poudre fine. La non-coagulation spontanée d'une quantité déterminée de sang ne dépend nullement de la dilution du mélange, mais seulement de la quantité de sel employée.

» Ces sels empêchent la coagulation spontanée du sang, qu'ils soient ajoutés au sang dès sa sortie du vaisseau, ou à un moment quelconque aussi rapproché qu'on voudra de celui où se serait produite la coagulation spontanée. Bien plus, ils arrêtent instantanément une coagulation commencée.

» Ces sels n'agissent pas à la façon des sels neutres (sulfate de soude, sulfate de magnésie, chlorure de sodium); car, non seulement il suffit d'employer des doses de cinquante à cent fois plus faibles, mais encore la dilution du sang oxalaté, fluoré, etc., ne détermine jamais l'apparition de fibrine, tandis que la dilution suffisante du sang sulfaté ou chloruré est toujours suivie d'une coagulation.

» Ce n'est pas en précipitant ou en détruisant le fibrinogène, la paraglobuline ou le fibrinferment qu'ils empêchent la coagulation spontanée du sang; car on peut préparer ces substances en partant du sang oxalaté ou fluoré filtré, et l'on ne distingue dans ces mélanges aucun précipité rappelant les précipités de substances fibrinogène ou fibrinoplastique; le fibrinferment y existe aussi, car ces liqueurs déterminent la coagulation des transsudats.

» C'est la décalcification du sang qui s'oppose à la coagulation spontanée : les quatre séries de sels employés précipitent, en effet, complètement les sels de chaux. On peut rendre au sang décalcifié la propriété de coaguler spontanément : il suffit d'ajouter un petit excès de sel de chaux.

» A 100^{cc} de sang oxalaté à 0,001, on ajoute 2^{cc} d'une solution de chlorure de calcium (telle que 1^{cc} de cette solution est équivalent à 0^{gr},05 d'oxalate). On obtient en quelques minutes un caillot normal par son aspect, sa consistance, sa rétraction. Mêmes résultats avec les autres sangs décalcifiés, oxalatés, fluorés, savonnés ou silicatés.

» On peut remplacer les sels de chaux par les sels de strontium; mais les sels de magnésium et de baryum ne peuvent pas faire coaguler le sang décalcifié.

» Ces sels de chaux interviennent comme générateurs de fibrine. Les déterminations des chimistes ont montré que la fibrine donne toujours des cendres calciques. On peut, dans certaines conditions, montrer, en partant du sang oxalaté, que la quantité de fibrine qui s'y forme par addition de chlorure de calcium est proportionnelle à l'excès de sel de chaux. L'atome de calcium fait partie intégrante de la molécule de fibrine.

» De ce que, dans le sang oxalaté, le fibrinogène ne subit aucune transformation, il n'en faudrait pas conclure que la présence de sels de chaux, qui est une condition nécessaire, soit une condition suffisante pour la production de la fibrine. Il faut à la fois un sel de chaux et du fibrinferment. Si, à du plasma oxalaté à 0,001, on ajoute de l'oxalate ou du fluorure alcalins, de façon que le mélange renferme 0,003 à 0,004 du sel, et si l'on précipite ces oxalates ou fluorures par un excès de sel de chaux, il ne se produit pas de coagulation. Mais on peut produire cette coagulation en ajoutant un peu de sang, de plasma, de sérum, d'une solution de fibrinferment : c'est que, par l'abondante précipitation calcique qu'on a produite, on a entraîné mécaniquement tout le fibrinferment. Si donc le fibrinferment sans sels de chaux ne peut pas transformer le fibrinogène, les sels de chaux sans fibrinferment ne peuvent pas non plus effectuer cette transformation.

» En nous appuyant sur les travaux de Schmidt, de Hammarsten, et sur les faits ci-dessus exposés, nous proposons cette nouvelle théorie de la coagulation du sang :

» Sous l'influence du fibrinferment, et en présence des sels de chaux, le fibrinogène du plasma sanguin est décomposé en deux substances : l'une (virtuelle) donnant un composé calcique insoluble, la fibrine; l'autre restant en solution dans le sérum (globuline coagulable à 64°).

» Les faits qne nous venons d'énoncer permettent de modifier avantageusement un grand nombre de points de technique physiologique. Nous nous bornons à indiquer les conséquences suivantes :

» Préparation d'un sang non spontanément coagulable ; préparation du plasma sanguin, du fibrinogène, de la plasmine de Denis; préparation de plasmine non spontanément coagulable, de paraglobuline débarrassée de fibrinferment. Possibilité d'étudier au microscope la formation de la fibrine en l'absence des éléments figurés. Emploi des solutions décalci-

fiantes comme liquides antihémostatiques, utilisables en particulier pour l'inscription des pressions sanguines, etc. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note à propos du diabète;* par M. **H. Arnaud.**

« Les nouveaux faits communiqués par MM. Lépine et Barral intéressent tous ceux qui s'occupent de la question du diabète. On y trouve une confirmation nouvelle des premiers résultats obtenus par ces expérimentateurs, et la démonstration définitive de ce fait, constaté pour la première fois par Cl. Bernard, que le sucre disparaît dans le sang *in vitro*. Cette disparition persiste, augmente même peut-être, avec la température, tant que le sang n'a pas subi une modification considérable, telle que celle qui peut résulter d'une température élevée (54° au moins).

» Mais M. Lépine ajoute que, dans ce dernier cas, il y a destruction d'un *ferment glycolytique*, et explique ainsi le défaut de disparition du sucre contenu dans le sang. Je pense, au contraire, que cette action des températures élevées s'explique par une atteinte des propriétés vitales du sang, et en particulier de son pouvoir d'assimilation et de transformation en glycogène du sucre sanguin. Ce pouvoir étant anéanti, le sucre persiste sans modification dans le sang, tout au moins jusqu'à ce qu'il subisse la transformation lactique, qui n'arrive que lentement.

» Si, dans le cas de diabète par ablation du pancréas, le sucre diminue moins qu'à l'état sain, ainsi que l'affirme M. Lépine, c'est que justement, dans ce diabète, il y a atteinte du pouvoir d'assimilation du sang pour le glycose.....

» Si le sucre était réellement *détruit* dans le sang à son arrivée dans ce liquide, il y aurait là une destruction de combustible non justifiée, de l'utilité de laquelle on ne se rendrait pas compte. C'est, en somme, au niveau des tissus que se fait la consommation principale de combustibles, et que se produisent le travail et la chaleur organiques. Or, comment cette combustion nutritive serait-elle possible, à ce niveau, si le sucre était déjà détruit dans le sang avant d'être parvenu jusqu'aux tissus?

» C'est pourquoi je persiste à penser que le sucre disparaît bien dans le sang *in vitro*, en tant que sucre, mais qu'il n'y est pas consommé, qu'il s'y retrouve à l'état de glycogène; et que normalement, quand le sucre a pénétré dans le sang par les veines sus-hépatiques, il disparaît aussi *en apparence*, il n'est plus à l'état de liberté dans le sang; mais il y est à l'état de

combinaison, et sous la forme de glycogène, pour reprendre son état de glycose, au moment où celui-ci doit être utilisé pour produire chaleur et travail, c'est-à-dire au niveau des capillaires généraux. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur le développement des fibres musculaires.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les recherches que je poursuis sur le développement des feuillets blastodermiques et des tissus chez les Arthropodes m'ont amené à examiner chez plusieurs d'entre eux, et notamment chez les Crustacés isopodes du genre *Porcellio*, l'origine première de leurs fibres musculaires striées. Le mésoderme de ces êtres s'organise suivant le procédé mésenchymateux, et ses éléments, constitués par une mince zone de protoplasme finement granuleux entourant un noyau, sont plongés dans une abondante substance fondamentale. Certains d'entre eux, assemblés en groupes compacts sur les côtés du corps de l'embryon, constituent les ébauches de la musculature somatique.

» Chacune de ces cellules produit un faisceau primitif. A cet effet, l'élément rétracte ses expansions pseudopodiques, prend une forme ovalaire et s'accroît par l'addition de nouvelle matière plasmique; celle-ci n'est pas formée de protoplasme granuleux et semblable aux portions existant déjà, mais de substance contractile. Cette dernière se dépose d'abord sur les deux extrémités de la cellule, puis s'étend sur la périphérie entière, le dépôt étant toujours plus abondant vers les extrémités, afin que l'élément croisse de préférence suivant son axe longitudinal. Le protoplasme granuleux primitif est ainsi enveloppé par une gaine de substance contractile et se trouve placé, avec le noyau qu'il renferme, vers le milieu de celle-ci; il conserve cette situation désormais et reste central. La substance musculaire produite en premier lieu, située par conséquent autour du noyau et en dedans des portions plus récentes, se résout d'abord en fibrilles : la différenciation fibrillaire commence donc vers le centre de la cellule musculaire, et non vers la périphérie; une coupe transversale, pratiquée au niveau du noyau, montre ce dernier dans l'axe même de la fibre, et ensuite en allant de dedans en dehors, le protoplasme granuleux, la substance contractile profonde divisée en fibrilles, et tout à l'intérieur la substance contractile périphérique encore homogène. Ce procédé génétique est semblable à celui présenté par les fibres musculaires lisses d'origine mésenchy-

mateuse; la seule différence porte sur la modification des fibres d'Arthropodes, qui deviennent striées, cette modification procédant encore du centre de la périphérie.

» Ces faits, dont plusieurs ont été observés déjà par divers auteurs, et notamment par R. Kœhler, sont différents de ceux offerts par les fibres striées des Vertébrés. La substance contractile de ces dernières finit bien souvent par envelopper le noyau primitif; mais elle apparaît d'abord sur l'une des faces ou sur deux faces de l'élément primordial, et non sur ses deux extrémités; elle n'entoure le noyau qu'à une période tardive, et ce dernier possède fréquemment une situation excentrique. En outre, les premières fibrilles naissent vers la périphérie de la fibre, et non dans sa région centrale. Ces dissemblances tiennent à l'origine épithéliale des fibres musculaires somatiques des Vertébrés, et confirment, en les étendant, les opinions exprimées par les frères Hertwig dans la théorie du cœlome.

» Aux deux origines, épithéliale et mésenchymateuse, du tissu musculaire correspondent des procédés particuliers de développement. Lorsque la fibre provient d'éléments épithéliaux, la substance contractile se dépose d'abord sur l'une des faces de l'élément et y forme souvent un amas volumineux, alors que les autres régions conservent leur structure normale; l'enveloppement complet du protoplasme initial par la substance musculaire se produit assez tard, et seulement dans les cas où cette dernière prend une extension considérable. Par contre, lorsque la fibre dérive de cellules mésenchymateuses, la substance contractile se dépose dès le début tout autour du protoplasme, en commençant par les extrémités de la cellule, et forme hâtivement une gaine entourant le noyau, celui-ci conservant sa position centrale. Le premier type et le second s'appliquent également aux fibres lisses et aux fibres striées : les fibres lisses des Nématodes, par exemple, et les fibres striées somatiques des Vertébrés se développent suivant le premier mode; les fibres lisses des Mollusques et les fibres striées des Arthropodes suivant le second. Ces considérations concourent, en outre, à montrer que la présence de la striation est indépendante de l'origine même des fibres.

» Dans les deux cas, tantôt le noyau reste unique, et il en est fréquemment ainsi pour les fibres lisses, tantôt il se multiplie et transforme l'élément primordial en faisceau primitif plurinucléé.

» J'exposerai, dans une prochaine Note, le mode de développement des autres tissus mésodermiques et du système circulatoire. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La vision chez les Gastropodes pulmonés.*
Note de M. **Victor Willem.**

« Les quelques notions que nous possédons sur la vision des Gastropodes pulmonés sont le résultat d'expériences fort incomplètes et peu connues, dues à des observateurs anciens pour la plupart, comme Lister (1694), Swammerdam (1738), Leüchs (1820), Steifensand (1825), Lespès (1851).

» Ayant entrepris l'étude expérimentale de la vision chez ces Mollusques, j'ai fait de nombreuses observations, et dans une chambre et à la campagne, sur une série d'individus appartenant à des espèces variées, terrestres ou aquatiques : *Helix pomatia*, L. ; *H. nemoralis*, L. ; *H. aspersa*, Müll. ; *H. hortensis*, Müll. ; *H. fruticum*, Müll. ; *H. lapicida*, L. ; *H. incarnata*, Müll. ; *Arion empiricorum*, Fér. ; *Limax cinereo-niger*, Wolf ; *L. cinereus*, List. ; *L. arborum*, Bouch. ; *L. agrestis*, L. ; *Hyalina glabra*, Stud. ; *Succinea putris*, L. ; *Limnæa stagnalis*, L. ; *L. palustris*, Drap. ; *Amphipeplea glutinosa*, Müll. ; *Planorbis corneus*, L. ; *Physa fontinalis*, L.

» Ces observations me permettent de formuler les conclusions suivantes :

» 1° Les Gastropodes pulmonés possèdent une sensibilité tactile fort développée, leur permettant de percevoir de faibles secousses du sol qui les porte et de légers mouvements du milieu ambiant.

» 2° Les Pulmonés terrestres voient fort mal et se dirigent principalement au moyen de leurs sensations olfactives et tactiles. Ils perçoivent une image confuse des objets volumineux, à une distance qu'on peut évaluer à *un centimètre* environ. Ils ne distinguent la forme des objets, d'une manière passable, qu'à une distance de *un à deux millimètres*.

» 3° Les Pulmonés aquatiques n'ont de vision distincte à aucune distance.

» 4° Il n'existe pas, chez ces Mollusques, de visibilité spéciale des mouvements, visibilité démontrée *chez les Arthropodes* par les observations d'une série de naturalistes et par les recherches expérimentales de Jorel et de Plateau.

» Ayant fait des séries d'observations en employant, à l'instar de Graber, des récipients présentant une moitié éclairée et une moitié relativement obscure, j'ai obtenu les résultats suivants :

» 1° En général, les Pulmonés réagissent sous l'action de la lumière,

d'une manière plus ou moins énergique suivant les espèces considérées. Pour une espèce donnée, l'intensité de la réaction varie dans le même sens que celle de la lumière. Parmi les espèces étudiées : *Helix aspersa*, Müll.; *Arion empiricorum*, Fér.; *Limax cinereus*, List.; *Limax cinereo-niger*, Wolf; *L. variegatus*, Drap.; *L. arborum*, Bouch.; *L. agrestis*, L.; *Planorbis corneus*, L.; *P. marginatus*, Drap.; *P. vortex*, L., sont leucophobes; tandis que *Helix nemoralis*, L.; *H. pomatia*, L.; *Succinea putris*, L.; *Limnœa stagnalis*, L., sont leucophiles.

» 2° Il existe, chez les Gastropodes pulmonés, des perceptions dermatoptiques; elles se manifestent, chez les différentes espèces, par des réactions d'une intensité fort variable. Ainsi, la réaction provoquée chez des *Helix aspersa* aveuglés, en un laps de temps de quinze minutes, par les sensations dermatoptiques, a une valeur sensiblement égale à la moitié de celle que produirait l'ensemble des perceptions lumineuses chez des individus normaux; chez les *Helix nemoralis*, le rapport de ces deux valeurs est approximativement un huitième. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de quelques causes internes sur la présence de l'amidon dans les feuilles.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Duchartre.

« D'après les données expérimentales que nous possédons sur les conditions qui favorisent l'amylogénèse, on serait porté à croire qu'on doit toujours rencontrer l'amidon en plus grande quantité dans les feuilles bien insolées, vigoureuses, et principalement dans le parenchyme correspondant à la face la mieux éclairée. Il semblerait aussi qu'on dût constamment en trouver plus en été qu'en automne et au printemps; or les choses sont loin de se passer avec cette régularité. Bien souvent, au cours de recherches d'un autre ordre, j'avais eu l'occasion de constater à cet égard de singulières anomalies. Je me suis décidé à faire de cette question une étude suivie. Dans ce but, j'ai mis en observation pendant tout le cours d'une période végétative, c'est-à-dire du commencement d'avril à la fin d'octobre, un certain nombre de plantes d'espèces diverses, placées dans des conditions de milieu fort variées sous le rapport de la situation et de l'éclairage. Je me suis surtout adressé à des arbres, principalement à des Conifères (Pins, Sapins, Épicéas), qui me paraissent particulièrement propres à ce genre de recherches. Pendant la durée de cette période j'ai eu

constamment ces sujets sous les yeux; j'ai pu ainsi constater les moindres variations qui se sont produites dans la teneur des feuilles en amidon. Ces observations ont été faites dans les Vosges, à 750^m d'altitude. Pour faire mieux saisir les différences constatées, je diviserai la période envisagée en quatre phases.

» *Première phase : avril et mai.* — En examinant au commencement d'avril des plantes à feuilles persistantes et notamment les Sapins et Epicéas, on voit apparaître dans la chlorophylle, encore à l'état hivernal, de petits grains amylacés qui grossissent peu à peu, arrivent à se toucher et finissent par remplir les cellules. On en trouve dans les feuilles de tout âge, même sur les sujets mal éclairés. C'est certainement l'époque de l'année où ces feuilles renferment le plus d'amidon. Pour les Pins, c'est même presque la seule où cette substance se rencontre en quantité notable. Il est curieux de constater une pareille production d'amidon dans une saison où la température est encore peu élevée, où la radiation solaire n'est pas très vive, où les journées sont même souvent brumeuses et où, dans les montagnes, la neige couvre parfois encore le sol.

» *Deuxième phase : de juin à la mi-août.* — A mesure que le printemps s'avance et que les rameaux se développent, les grains amylacés diminuent de grosseur en même temps qu'augmente l'épaisseur de l'enveloppe chlorophyllienne. Quand le temps est beau, les feuilles renferment beaucoup d'amidon dans tout le parenchyme; celles qui sont vieilles ou ombragées en possèdent moins. On en trouve plus dans la flèche que dans les rameaux supérieurs, et surtout que dans ceux du bas. Après une série de jours pluvieux, cette distribution est modifiée. Les jeunes feuilles contiennent toujours plus d'amidon que les vieilles, mais cette substance est presque entièrement localisée dans la face la moins éclairée. En outre, les feuilles ombragées en renferment parfois plus que celles qui sont mieux exposées au jour.

» *Troisième phase : de la mi-août à la fin de septembre.* — A cette époque, la teneur des feuilles en amidon varie beaucoup suivant les espèces. Chez les unes, on en rencontre dans toute l'épaisseur du limbe; chez d'autres, dans le parenchyme inférieur seulement; d'autres enfin en sont complètement dépourvues. Le caractère dominant de cette phase est la pénurie d'amidon, même par un beau soleil et une température élevée (20° à 25°). Si l'on compare cet état de choses à celui qui a été signalé au début du printemps, on ne peut s'empêcher d'être frappé de l'indépendance des conditions extérieures qui, à ces deux époques, caractérisent l'amylogénèse.

» *Quatrième phase : octobre.* — L'amidon continue à être très rare dans les feuilles. Toutefois, pendant les belles journées de ce mois, souvent assez nombreuses en montagne, il en réapparaît un peu dans celles d'Épicéa, d'où il avait disparu en septembre. Mais alors, c'est dans la face la plus éclairée qu'il se cantonne de préférence. De plus, contrairement à ce qui se passait auparavant, il arrive assez souvent qu'on en rencontre dans les feuilles âgées plus que dans celles de l'année, dans les branches basses plus que dans la flèche ou les rameaux supérieurs. A cette époque, la distribution de l'amidon est très irrégulière, variable d'un jour à l'autre, d'une feuille à sa voisine. On peut en trouver à la base d'un de ces organes sans en trouver au milieu ni au sommet, ou réciproquement. Bien plus, dans une même préparation, il y a de notables différences suivant les cellules.

» Les faits précédents montrent que le rapport entre la production et la résorption de la matière amylacée des feuilles est soumis à des variations incessantes dans le cours d'une période végétative. Au début du printemps l'amylogénèse est une des premières fonctions qui se rétablissent à la suite du sommeil hivernal; elle apparaît avant l'évolution des bourgeons, avant le réveil de l'activité cambiale. La recette l'emporte alors sur la dépense : d'où, accumulation d'amidon dans les feuilles. Plus tard, cette substance trouvant son emploi dans la formation des nouveaux tissus, la respiration, d'autre part, devenant plus active, les feuilles en renferment moins, même quand les conditions extérieures sont plus favorables à l'amylogénèse. Dans les belles journées, la recette est encore supérieure à la dépense, mais il n'en est plus de même quand le temps est couvert. L'absence d'amidon du parenchyme supérieur, après quelques jours de pluie, prouve qu'à cette époque la formation de cette substance est plus influencée que sa migration par la diminution de l'éclairage. A l'automne, recette et dépense sont très affaiblies, mais la dernière l'est encore plus, parce que toute croissance a cessé; aussi voit-on un regain d'amidon apparaître par les beaux jours dans quelques feuilles, notamment dans celles qui, par leur âge, sont soumises à une déperdition aussi réduite que possible.

» Toutes les causes qui entravent la migration de l'amidon en favorisent l'accumulation dans les feuilles. Ainsi, parmi mes sujets d'étude, se trouvaient des Épicéas qu'on avait taillés depuis plusieurs années pour en faire une haie. J'ai reconnu que leurs feuilles renfermaient toujours plus d'amidon que celles de leurs voisins non taillés, ce qu'il faut attribuer à ce que l'écoulement en était plus lent, l'espace consacré à la réserve amylacée se trouvant notablement réduit par les amputations successives de branches.

» Une accumulation semblable d'amidon se présente encore assez souvent, et même à un degré plus prononcé dans les sujets dont la croissance est très ralentie pour des causes diverses. Ainsi j'ai vu des feuilles de Sapin rabougries renfermer des grains d'amidon plus nombreux et plus gros que celles des sujets les plus vigoureux. Il en est de même pour les jeunes arbres dont la végétation est languissante à la suite de la transplantation, pour les plantules souffreteuses quelque temps après la germination et parfois même pour des Épicéas végétant sous un couvert épais.

» On ne saurait toutefois expliquer la rareté de l'amidon dans les feuilles à la fin d'août et au mois de septembre, même pendant les journées chaudes et ensoleillées, par le seul rapport entre la production et la résorp-

tion de cette substance, car au commencement de l'automne la dépense est très réduite, puisque toute croissance est à peu près arrêtée. Si l'on rapproche cette pénurie de l'abondance signalée plus haut au premier printemps, même dans des conditions défavorables, on est forcé de reconnaître que, sous l'influence de certaines causes internes encore indéterminées, l'amylogénèse est par elle-même très variable suivant les époques de l'année. C'est à la suite du sommeil hivernal qu'elle s'exerce avec le plus d'énergie; à la fin de l'été, elle semble épuisée. Il y a là sans doute un de ces phénomènes de périodicité interne comme on en a signalé plusieurs dans la vie végétale, tels que le développement des tubercules et des bulbes, ainsi que l'acte de la floraison, lesquels, comme on le sait, ne peuvent se produire qu'à des époques déterminées. »

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude des Bactériacées vertes.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« Dans le cours de mes recherches sur les Algues d'eau douce, j'ai eu l'occasion d'en rencontrer une dont les allures et le mode de sporulation fixèrent particulièrement mon attention. Elle formait des spores endogènes à la manière des Bactériacées, bien qu'elle possédât une teinte verte.

» A la vérité on a déjà signalé des Bactériacées colorées en vert par de la chlorophylle. M. van Tieghem en a décrit deux espèces appartenant à deux genres différents : *Bacterium viride*, *Bacillus virens* ([1]); d'après M. E. de Wildeman ([2]) il y aurait encore une certaine incertitude sur leur place dans la famille des Bactériacées et aussi sur leur distinction spécifique.

» L'autonomie des deux espèces de Bactériacées vertes est conservée par M. van Tieghem dans la nouvelle édition de son *Traité de Botanique :* l'Algue que nous allons maintenant décrire est destinée à prendre place dans le même groupe.

» Elle tapissait à une certaine profondeur la paroi de nos flacons de culture ; les filaments très ténus sont d'une grande longueur et enchevêtrés les uns dans les autres; je n'ai aperçu sur les filaments végétatifs ni cloi-

---

([1]) Van Tieghem, *Observation sur les Bactériacées vertes* (*Bulletin de la Société botanique de France;* 1880.

([2]) E. de Wildeman, *Sur* l'Ulothrix flaccida *Kutz. et le* Stichococcus bacillaris *Nacq* [*Société royale de botanique de Belgique* (*Bulletin,* t. XXVII, 2e Partie)].

sons ni ramifications. Le contenu du filament est hyalin, sans aucune granulation; il possède une légère teinte verte; la coloration s'accuse davantage au moment de la formation des spores; il n'existe aucun chloroleucite; la chlorophylle est uniformément dissoute dans le protoplasma.

» La formation des spores communique à cette Algue des caractères particuliers; elle se trouve transportée en cellule humide avec d'autres Algues que j'avais en culture, et là elle développe ses spores en assez grand nombre. Le même filament en présentait souvent plus d'une dizaine : les unes rapprochées par groupes de trois ou quatre, les autres isolées; dans les cas favorables, on pouvait distinguer une cloison séparant chaque spore.

» Ces spores avaient une longueur de 6μ à 8μ sur une largeur de 3μ : leur forme était elliptique; à maturité, la membrane possédait un contour net, alors que celui du filament sporifère était plus ou moins gélifié; leur couleur était très nettement verte. Le protoplasma ne conserve pas toujours, pendant la formation des spores, le caractère hyalin qu'il possède dans les filaments végétatifs : des granulations réfringentes se montrent parfois dans les spores; elles sont au nombre d'une ou deux en général.

» Tandis que les filaments végétatifs nous ont toujours paru simples, les filaments sporifères se sont montrés quelquefois ramifiés.

» Si l'on cherche à se rendre compte du mode de développement de ces spores, on voit que les filaments ont d'abord un diamètre égal dans toutes leurs parties; puis, on les voit se renfler en certains points : ces renflements sont allongés suivant l'axe. On les distingue comme de petits nodules à leur couleur verte plus foncée que celle du filament lui-même, ce qui tient à ce que le protoplasma vient s'accumuler peu à peu dans ces nodules. Entre deux renflements, on distingue souvent une cloison et dans ces renflements une ou deux granulations réfringentes.

» La formation de la spore n'a lieu que lorsque le nodule a atteint une grosseur suffisante : il se produit une très légère contraction de la masse du protoplasma qui remplit le filament et cette masse se recouvre d'une membrane propre pour constituer la spore.

» Il ne nous est pas possible de dire si tout le protoplasma du filament est employé à la formation des spores ou si une partie reste inutilisée : la nature hyaline du protoplasma rend la solution de cette question extrêmement difficile.

» On remarquera que les spores ne se forment point tout à fait comme dans les Bactériacées ordinaires : ce n'est pas une tache sombre qui se développe, grossit, se nourrit aux dépens des réserves de la cellule, pour s'entourer finalement d'une forte membrane : c'est la masse entière du protoplasma du renflement qui se contracte, abandonne la paroi, devient de plus en plus réfringente et s'entoure d'une membrane.

» Je dois ajouter que ce dernier mode de sporulation a déjà été observé par M. L. Klein sur cinq espèces qu'il rapporte au genre *Bacillus* (¹); dans ces espèces, les spores ont également une couleur verdâtre, mais le mycélium serait gris argenté.

» L'Algue que nous venons de décrire ne peut guère être placée dans le genre *Bacillus*: son organisation est déjà plus élevée. En proposant pour elle le genre *Eubacillus*, nous désirons marquer les affinités étroites qu'elle présente avec les Bacilles; on pourrait faire rentrer dans ce nouveau genre les cinq espèces décrites par M. L. Klein; de cette manière, les *Eubacillus*, caractérisés par le mode de formation des spores et leur couleur verte, comprendraient deux sections. Dans l'une, les filaments sporifères peuvent être ramifiés, ainsi qu'il résulte de notre description (*E. multisporus* sp. nov.); dans l'autre, les filaments sporifères restent simples (*B. de Baryanus* L. Klein, *B. Solmsii* L. Klein, etc.).

» On ne peut s'empêcher de comparer le mode de sporulation par condensation du protoplasma en spores avec l'enkystement des Flagellés; on sait, d'un autre côté, que la sporulation des *Leuconostoc* rappelle étroitement celle des Cyanophycées.

» Lorsqu'on veut se rendre compte des affinités des Bactériacées, trois alternatives se présentent donc :

» 1° Ce groupe dérive directement des Flagellés et conduit aux Cyanophycées et peut-être à certaines Chlorophycées;

» 2° Ce groupe résulte d'une dégradation d'Algues vertes et bleues.

» 3° Les Bactériacées n'ont pas la même origine; les unes se rattachent aux Flagellés, les autres descendent des Cyanophycées et des Chlorophycées.

» La question ne nous paraît pas mûre pour la solution. »

MINÉRALOGIE. — *Conclusions auxquelles conduit l'étude des enclaves des trachytes du Mont-Dore*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les trachytes du Mont-Dore renferment (et particulièrement au Capucin et au Riveau-Grand) un nombre considérable d'enclaves de roches étrangères. Ces enclaves sont intéressantes au double point de vue géologique et minéralogique.

(¹) L. Klein, *Botanische Bacterienstudien* (*Deuts. bot. Gesellschaft*, 1889; t. VII.

» *Considérations géologiques*. — Ces enclaves peuvent être rapportées à deux groupes :

» 1° Des roches quartzifères (gneiss à cordiérite, granites, fragments de quartz);

» 2° Des roches feldspathiques, parmi lesquelles se trouvent :

» *a*. Des types connus dans la vallée du Mont-Dore en coulées (*trachytes augitiques*, *trachytes augitiques à olivine*, *andésites augitiques*, etc., tous à hornblende *résorbée*), ou en filons (*andésites amphiboliques* à hornblende *intacte*);

» *b*. Des *andésites à hornblende* (de structure et composition spéciales) passant à des types ophitiques et même granitoïdes analogues à des diabases, roches inconnues en place au Mont-Dore et qui doivent être considérées comme ayant été émises en masses épaisses, dans lesquelles un refroidissement lent a permis le développement des diverses structures énumérées plus haut. Ces roches ont leur hornblende résorbée et ne sont pas des roches de profondeur; elles sont *au moins intrusives*, puisqu'elles renferment elles-mêmes des enclaves de roches étrangères, tout comme le trachyte qui les englobe;

» *c*. Des roches grenues, d'origine indécise (*gneiss basiques* ou *roches de profondeur?*);

» *d*. Des roches véritablement grenues à la façon de *diorites* et *diabases* anciennes, roches à amphibole brune toujours intacte qui doivent être considérées comme ayant cristallisé en profondeur.

» Il est remarquable de voir réunies en enclaves dans le trachyte de la même région des roches de *structure*, de *composition* et d'*origine* aussi diverses.

» Dans les deux gisements du Capucin et du Riveau-Grand, distants d'environ 3^{km}, on voit varier la nature de ces enclaves. Au Capucin, les roches grenues de profondeur sont très rares ainsi que les types connus en place; les roches quartzifères, au contraire, y sont fréquentes. Au Riveau-Grand, ces dernières font défaut; les roches du type *b* sont peu abondantes, et ce sont les roches connues en place qui dominent. Les roches grenues de profondeur, quoique plus abondantes qu'au Capucin, n'y sont pas communes.

» Il est intéressant de remarquer que si l'on passe en revue les cristaux du stade intratellurique de toutes ces enclaves microlitiques, on y observe les silicates suivants : *olivine*, *sphène*, *pyroxène*, *amphibole*, *biotite*, *feldspath triclinique* et *orthose*. Or les termes extrêmes de cette série (*olivine* et *orthose*) manquent dans les enclaves grenues de profondeur.

» *Considerations minéralogiques.* — Deux faits ressortent tout d'abord :

» 1° Les enclaves sont toujours riches en minéraux secondaires développés dans des cavités.

» 2° Ces enclaves ont été le siège de phénomènes métamorphiques variés (destructions partielles, épigénies, apports).

» Toutes conditions égales d'ailleurs, lorsqu'une roche solide est englobée dans un magma volcanique, les modifications qu'elle subit sont d'autant plus intenses qu'il y a une plus plus grande différence entre l'acidité de la roche enclavée et celle de la roche enclavante. En vertu de ce principe, ce sont les roches quartzifères qui sont le plus modifiées.

» *Modification des roches quartzifères.* — Les gneiss à cordiérite enclavés sont constitués par du quartz, du feldspath et un certain nombre d'autres minéraux (*andalousite, cordiérite, sillimanite, corindon, grenat, biotite*). Ces derniers minéraux ne sont pas attaqués par le magma trachytique, tandis que le quartz et les feldspaths sont résorbés; mais, au fur et à mesure qu'ils disparaissent, ils sont remplacés par de l'orthose de nouvelle génération (accompagnée d'un peu de tridymite), de telle sorte que les fragments de gneiss ne se déforment pas. Le volume de l'orthose régénérée n'étant pas en général égal au volume quartzofeldspathique résorbé à cause de la disparition du quartz, il en résulte des cavités dans lesquelles cristallisent : *orthose, tridymite, hypersthène, magnétite, spinelle, oligiste.* Les enchevêtrements de cordiérite, andalousite, etc., constituent l'ossature de ces géodes. La biotite est transformée en un mélange de magnétite et d'hypersthène.

» Cette facile résorption du quartz et du feldspath explique pourquoi on ne trouve pas dans le trachyte d'enclaves de gneiss franc et pourquoi les enclaves de granite et de quartz sont rares.

» *Modifications des enclaves volcaniques.* — Les phénomènes constatés dans les enclaves volcaniques sont d'un tout autre ordre. Leur composition étant voisine de celle du trachyte, on n'y observe pas de destruction *apparente;* il y a seulement cristallisation de minéraux dans les vacuoles. Il est probable que ces enclaves ont été imbibées de gaz et de liquides charriant des principes minéraux qui, une fois la roche englobée par le trachyte, se sont trouvés en quelque sorte en vase clos et ont laissé déposer, sous forme de pyroxène, hypersthène, etc., les éléments minéraux qu'ils transportaient. L'enclave a cependant réagi sur les fluides absorbés en modifiant leur composition, puisque les minéraux ou les associations de minéraux contenus dans les enclaves de nature différente, englobés

côte à côte dans le même bloc de trachyte, ne sont pas les mêmes. C'est ainsi que dans les enclaves d'andésites et de diabases on trouve : hypersthène, pyroxène, zircon, orthose, tridymite; dans les trachytes augitiques : hornblende, pyroxène et orthose; pseudobrookite, hypersthène; fayalite, magnétite, biotite, hypersthène. Lorsque l'enclave a été attaquée, elle l'a été d'une façon faible (probablement par agrandissement de cavités préexistantes ou attaque de grands cristaux feldspathiques) ou tout au moins d'une façon uniforme sur tous ses éléments; s'il s'est développé dans sa pâte des minéraux nouveaux, ils sont identiques aux minéraux anciens, car on ne peut les en distinguer.

» Au point de vue de la distribution des minéraux nouveaux dans les enclaves, il y a lieu de faire remarquer que le pyroxène monoclinique, la pseudobrookite, la fayalite, la biotite, la hornblende et le zircon sont spéciaux aux enclaves non quartzifères; que l'hypersthène, la tridymite et l'orthose, au contraire, se trouvent dans toutes les catégories d'enclaves.

» En résumé, les modifications subies par les enclaves de roches quartzifères et de roches volcaniques sont très différentes. Les roches quartzifères sont en partie détruites, leur quartz disparaît et n'est qu'incomplètement remplacé par de la tridymite, leur feldspath est résorbé et remplacé par de l'orthose de nouvelle génération, et dans les cavités produites par cette altération naissent des minéraux n'existant ni dans le trachyte ni dans la roche quartzifère avant son englobement. L'enclave fournit en grande partie les matériaux des minéraux nouveaux. Dans le cas des roches volcaniques, au contraire, l'enclave agit surtout comme absorbant de fluides dont elle modifie ensuite la composition. On s'explique dès lors pourquoi le minéral nouveau qui domine dans les enclaves acides est l'orthose (puisque l'enclave qui a fourni en grande partie la matière des minéraux nouveaux était elle-même riche en orthose), tandis que ce même minéral ne se trouve qu'en enduit dans les enclaves volcaniques où il a été en partie apporté. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de la nature du terrain sur la température du sol.* Note de MM. **Ch. André** et **J. Raulin**, présentée par M. Mascart.

« Nous donnons ici quelques-uns des résultats déduits d'une série d'observations, faites du 31 mars 1888 au 30 juin 1890 (observations conti-

nuées depuis), au champ d'expériences de la Station agronomique du Rhône, en vue d'étudier l'influence de la nature du sol sur la propagation de la chaleur à son intérieur.

» Dans ce but, on a enlevé, sur une étendue de 5^a et à une profondeur de $0^m,90$, la terre végétale du champ d'expériences de la Station, et on lui a substitué, par carrés de 1^a chacun, l'un des terrains, que nous désignons par tourbe, argile, sable, calcaire, composés comme suit (le cinquième carré étant occupé par un mélange à volumes égaux des quatre précédents) :

	Tourbe.	Argile.	Sable.	Calcaire.
Humus	67,3	0,0	0,0	0,0
Argile	0,0	25,4	4,5	0,0
Calcaire	20,1	0,0	20,7	61,4
Sable	12,6	74,4	74,8	38,6

le sous-sol restant formé par du gravier des alluvions du Rhône.

» Au milieu de chaque carré on a installé deux thermomètres Tonnelot, donnant le $\frac{1}{10}$ de degré, dont les réservoirs sont placés à $0^m,30$ et $0^m,50$ de profondeur, et qui sont protégés par des cages cubiques de $0^m,50$ en toile métallique de 5^{mm} de maille. Ces thermomètres ont été observés chaque jour à une heure convenable, en même temps que l'on prenait, au moyen d'un thermomètre-fronde, la température de l'air ambiant.

» Ces observations confirment les résultats généraux déjà connus sur ces variations thermométriques, et en particulier ceux que l'on déduit des belles recherches de MM. Becquerel; mais, au point de vue spécial qui nous occupe, le fait saillant à remarquer est la distinction très nette qui sépare la terre de tourbe des autres terres; les oscillations thermiques y sont beaucoup moins accentuées et les variations de température beaucoup plus lentes. Ainsi :

» 1° A $0^m,20$ de profondeur, le minimum diurne est atteint dans la tourbe vers 4^h du soir, et le maximum vers 4^h du matin; dans les trois autres terres, ces heures, un peu différentes pour chacune d'elles, sont voisines de 9^h du matin et de 8^h du soir; d'ailleurs, à cet égard, c'est le calcaire qui diffère le moins de la tourbe, puis l'argile et enfin le sable.

» Or, la rapidité plus ou moins grande de transmission des variations thermiques, et par suite la différence des heures obtenues dans les diverses terres doivent surtout tenir aux différences de leurs pouvoirs conducteurs; on doit en conclure que l'ordre décroissant de leurs conductibilités est : *sable, argile, calcaire, tourbe*.

» 2° Aux époques de l'année, janvier et juillet, où la température

moyenne diurne devient sensiblement stationnaire, la température de la terre de tourbe s'élève de plusieurs degrés au-dessus de celle des autres terres; celles-ci présentent entre elles des différences beaucoup moindres et l'ordre décroissant des températures stationnaires est : *tourbe, sable, argile* et *calcaire*.

» Or, ces différences de température tiennent évidemment, dans ce cas, aux différences des pouvoirs absorbants.

» Ceux-ci suivent donc l'ordre décroissant, *tourbe, sable, argile, calcaire*.

» 3° L'amplitude moyenne des oscillations thermométriques diurnes correspondant à une même oscillation diurne de la température de l'air, diffère d'une terre à l'autre; ainsi, à $0^m,20$ de profondeur, pour une oscillation atmosphérique de 9°,4, elle est à peu près de 3° pour le sable, l'argile et le calcaire, tandis qu'elle se réduit à 0°,3 pour la tourbe. D'ailleurs, les trois premières terres se distinguent un peu les unes des autres, et l'ordre décroissant de leurs amplitudes est : *sable, argile* et *calcaire*. Pour les quatre terrains, l'ordre décroissant de ces amplitudes est aussi : *sable, argile, calcaire, tourbe*. C'est celui de leurs pouvoirs conducteurs et non pas celui de leurs pouvoirs absorbants. Par conséquent, l'amplitude de l'oscillation thermométrique diurne dans un terrain déterminé dépend, toutes choses étant égales d'ailleurs, surtout de sa conductibilité pour la chaleur et fort peu de son pouvoir absorbant.

» 4° Au point de vue agronomique, ces résultats ont leur importance. En effet :

» *a*. D'une part, tout en admettant qu'il faille un nombre de degrés déterminé pour que la végétation accomplisse une évolution déterminée, il paraît cependant probable que le mode et l'intervalle de succession des éléments de cette somme ont une certaine influence sur le résultat.

» *b*. D'autre part, les faits qui précèdent montrent que dans la terre de tourbe la température ne descend jamais très bas lors de la saison froide; en d'autres termes, la tourbe est une terre chaude. La végétation doit donc y être favorisée; aussi du maïs et des betteraves semés dans une pareille terre ont-ils eu une végétation plus précoce que dans les trois autres terrains. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la pression barométrique à Naples, à des altitudes différentes.* Note de M. **Eugène Semmola**, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« La différence des hauteurs barométriques entre Naples et l'Observatoire du Vésuve, dont les altitudes sont respectivement 37^{m} et 637^{m}, change avec les saisons; elle augmente dans les mois d'hiver pendant le refroidissement de l'atmosphère; au contraire, elle diminue dans les mois chauds.

» Pendant l'année 1882, la différence la plus grande eut lieu pendant la première décade de février, où elle fut de $52^{mm},02$; la plus petite, dans la première décade de juillet, et fut égale à $46^{mm},81$.

» Ce fait a été indiqué déjà par plusieurs observateurs; mais je crois avoir été le premier à le constater dans la contrée vésuvienne.

» On remarque, en outre, que pendant les grands mouvements de montée ou de descente du baromètre, les différences entre les pressions Naples-Vésuve varient d'une manière notable, tantôt en plus, tantôt en moins. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variation magnétique pendant le tremblement de terre du 15 janvier en Algérie.* Note de M. **Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les journaux annoncent qu'une violente secousse de tremblement de terre a été ressentie le 15 janvier, vers 4^{h} du matin, sur la côte d'Algérie, dans le voisinage de Cherchell. Le village de Gouraïa est presque entièrement détruit; dans les douars environnants, une ferme et de nombreux gourbis ont été renversés. Deux secousses de quelques secondes sont signalées à Hammam-Rira à $4^{h}15^{m}$.

» La courbe relevée le 15 janvier au magnétographe de l'observatoire du Parc Saint-Maur porte, à $4^{h}15^{m}$ du matin, la trace du trouble particulier de l'aiguille aimantée, constaté déjà lors des tremblements de terre de Nice, de Werny (Asie centrale) et de Gallipoli; l'oscillation n'a pas dépassé $1',5$ d'amplitude. Le bifilaire et la balance ne semblent pas avoir participé au mouvement du barreau de la déclinaison, et le bifilaire à barreau de cuivre est resté, comme toujours, absolument calme. »

THERMOMÉTRIE. — *Correction de la tige émergente d'un thermomètre.* Note de M. **Renou**, présentée par M. Mascart.

« Dans la séance du 12 janvier, M. Guillaume a présenté à l'Académie une Note indiquant la manière de corriger les lectures faites sur un thermomètre dont la partie inférieure seule plonge dans un milieu dont on veut déterminer la température.

» Le même procédé est employé, depuis 1881, à l'Observatoire du Parc de Saint-Maur, pour corriger les températures données par un thermomètre dont le réservoir est enfoncé dans le sol à 1^m de profondeur. Il m'avait été indiqué par Henri Sainte-Claire-Deville, qui l'avait mis en pratique, en 1868, dans la détermination de températures très élevées. Je crois, mais sans en avoir la preuve, que c'est lui qui l'avait imaginé.

» J'ai fait connaître ce procédé dans l'*Histoire du thermomètre* (*Annuaire de la Société météorologique de France*, t. XXIV, p. 53 et 54). »

M. **Flammarion** fait observer que l'astre signalé le 11 janvier par M. Lescarbault dans la constellation du Lion, comme une étoile nouvelle, n'est autre que *Saturne*.

M. P. **Juillard** adresse une « Étude sur la circulation des éléments et la formation des mondes ».

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 janvier 1891.

Recherches sur les accélérations en général; par Ph. Gilbert. Bruxelles, F. Hayez, 1890; br. in-8°. (Présenté par M. Resal).

Cours de Mécanique analytique; par Ph. Gilbert. Partie élémentaire. Troisième édition. Paris, Gauthier-Villars; Bruxelles, Société belge de Librairie, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Resal.)

La chaleur. — Leçons élémentaires sur la Thermométrie, la Calorimétrie, la Thermodynamique et la dissipation de l'énergie; par J. Clerk Maxwell. Édition française, d'après la huitième édition anglaise, par M. Georges Mouret. Paris, B. Tignol, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Ventilation des bâtiments et édifices éclairés par le gaz; par Alfred Vanderpol. (Extrait du *Compte rendu du dix-septième Congrès de la Société technique de l'industrie du gaz en France*. Paris P. Mouillot, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Genèse naturelle des formes animales; par M. J.-P. Durand (de Gros). Paris, Félix Alcan, 1888; br. in-8°.

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. — Tome XXIV (quatrième série, Tome IV). Année 1889. Bruxelles, P. Weissenbruch; vol. gr. in-8°.

Almanaque nautico para el año 1892, *calculado de orden de la Superioridad en el instituto y observatorio de Marina de la ciudad de San Fernando*. Madrid, 1890; 1 vol. in-4°.

Allgemeine chemische Mineralogie; von Dr. C. Doelter. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Researches on micro-organisms; including and account of recent experiments on the destruction of microbes in certain infectious diseases : phtisis, etc.; *by* A.-C. Griffiths. London, Baillière, Tyndall and Cox, 1891; 1 vol. in-12.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia indica. — Ser. XIII : *Salt-Range fossils.* Vol. IV, Part. I : *Geological results; by* William Waagen. Calcutta, MDCCCLXXXIX; 1 vol. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India. Volume XXIV, Part. II. Calcutta, MDCCCXC; 1 vol. in-4°.

Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac. Vol. II, Part. V (*Discussion of transits of Venus in* 1761 *and* 1769); *by* Simon Newcomb. — Vol. IV (*A new Theory of Jupiter and Saturn*); *by* G. W. Hill. Washington, 1890; 2 vol. gr. in-4°.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Vol. XXII, 1889, Part. II; in-8°.

The Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. Second series, Vol. III-IV. Sydney; 3 vol. in-8°.

Proceedings of the Canadian Institute. Third series, Vol. VII. Fasc. n° I (deux exemplaires). Toronto, 1889; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 JANVIER 1891.

Œuvres complètes de CHRISTIAAN HUYGENS, publiées par la Société hollandaise des Sciences. Tome troisième : *Correspondance*, 1660-1661. La Haye, Martinus Nijhoff, 1890; 1 vol. in-4°.

Annuaire de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1891. Bruxelles, F. Hayez, 1891; 1 vol. in-18.

Sur les phénomènes extraordinaires présentés par la grande comète de 1882; *par* TH. BREDICHIN. Saint-Pétersbourg, 1890; br. in-4°.

Histoire d'un inventeur. Exposé des découvertes et des travaux de M. Gustave Trouvé *dans le domaine de l'Électricité; par* GEORGES BARRAL. Paris, Georges Carré, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Edmond Becquerel.)

Mémoires de la Société géologique de France. Tome I, fasc. II et III. Paris, Baudry et Cie, 1890; 2 br. in-4°.

Illustrationes Floræ atlanticæ, auctore COSSON. Fasc. IV. Parisiis, e Reipublicæ typographeo, octobri MDCCCXC; in-f°.

Atti della Accademia Pontaniana. Volume XX. Napoli, tipografia della regia Università, 1890; gr. in-4°.

Fenia, 1, 2, 3. *Bulletin de la Société de Géographie de Finlande.* Helsingfors, 1890; 3 vol. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

Société philomathique de Paris. — Bulletin des Sciences mathématiques. — Bulletin de la Société internationale des électriciens. — Journal du gaz et de l'Électricité. — Annales industrielles. — Chronique industrielle. — Journal de l'éclairage au gaz. — Bulletin de la Société de Géographie. — Bulletin de l'Académie de Médecine. — Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris. — Marseille-médical. — Annales de la Société d'hydrologie médicale. — Recueil de Médecine vétérinaire publié à l'École d'Alfort. — L'Abeille médicale. — Revue du Cercle militaire. — Annals of Mathematics (University of Virginia). — American Journal of Mathematics (Johns Hopkins University).

— *The astronomical Journal* (Cambridge, Mass.). — *Records of the geological Survey of India.* — *Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia.* — *Proceedings of the royal Geographical Society* (London). — *The pharmaceutical Journal and Transactions.* — *Atti della reale Accademia dei Lincei* (Roma). — *Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani* (Roma). — *Boletin de la Sociedad geografica de Madrid.*

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 JANVIER 1891.

Œuvres de Fermat, publiées par les soins de MM. PAUL TANNERY et CHARLES HENRY, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Tome Ier : *Œuvres mathématiques diverses.* — *Observations sur Diophante.* Paris, Gauthier-Villars et fils, MDCCCXCI; 1 vol. in-4°.

De la production et l'emploi de la vapeur considérée comme force motrice, principalement dans les locomotives; par MM. A. LENCAUCHEZ et L. DURANT. Paris, G. Steinheil, 1890; br. in-8°.

Amendements et engrais; par A. RENARD. Paris, Armand Colin et Cie, 1891; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Duclaux.)

Description et emploi des Eucalyptus introduits en Europe, principalement en France et en Algérie. Second Mémoire, par CHARLES NAUDIN. Antibes, J. Marchand, 1891; br. in-8°.

A. TROUSSEAU. — *Leçons pratiques de thérapeutique oculaire.* Paris, Ollier-Henry, 1889; in-12. (Envoyé au concours Bellion.)

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1890. Tome III, quatrième Partie. Paris, au siège de la Société, 1890; in-8°.

KOCH. — *Sa méthode de guérison de la tuberculose et les infiniment petits; par* le Dr CH.-L. DEISS. Bâle, Ch.-J. Wyss, 1891; br. in-8°.

Takirithmie ou le calcul rendu plus rapide et plus sûr; par M. L. DE CASAMAJOR. Paris, Croville-Morant; br. in-18. (Deux exemplaires.)

Atti del reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Tomo XXXVIII; in-8°.

Index-Catalogue of the library of the Surgeon-general's Office, United States army. — *Authors and subjects;* vol. XI. *Phædronus-Regent.* Washington, Government printing Office, 1890; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

Bulletin international du Bureau central météorologique. — *Le Magasin pittoresque.* — *La Nature.* — *Revue scientifique.* — *Revue générale des*

Sciences. — Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France. — Revue internationale des falsifications. — Revue géographique internationale. Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, etc., de Saint-Étienne. — Journal de Pharmacie et de Chimie. — Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils. — Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen. — Le Messager agricole du Midi. — Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. — Gazette des hôpitaux. — L'Abeille médicale. — La Tribune médicale.

ERRATA.

(Séance du 19 janvier 1891.)

Note de M. *A. Pizon*, Sur la Blastogénèse de l'*Astellium spongiforme* :

Page 168, ligne 3, *au lieu de :* « Les tubes ectodermiques qu'aurait chaque ascidiozoïde. ..., *lisez :* « Les tubes ectodermiques qu'envoie chaque ascidiozoïde. ... »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 FÉVRIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation d'un Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Chambrelent*, pour remplir la place devenue vacante dans la Section d'Économie rurale par le décès de M. Peligot.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Chambrelent** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. le général *Ibañez*, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation, décédé à Nice le 29 janvier 1891.

Notice sur le général Ibañez, *Correspondant de l'Académie;*
par M. **J. Bertrand.**

« Le général de division don Carlos Ibañez e Ibañez de Ibero, marquis de Mulhacén, directeur général de l'Institut géographique et statistique d'Espagne, était né à Barcelone en 1824 ou en 1825. Entré fort jeune encore à l'École de Guadalajara, il sortit dans le corps du génie. Très appliqué à tous ses devoirs, il se fit remarquer surtout, dès le début de sa carrière, par son goût pour la Science et son habileté à manier les instruments de précision. Lorsque le gouvernement espagnol, en 1852, voulut entreprendre la construction d'une grande Carte topographique du Royaume, le capitaine Ibañez fut désigné, en même temps que le capitaine don Carlos Saavedra Menesès, pour préparer, sous la direction du général Marquès de Hijosa, la réalisation de ce vaste projet.

» Les deux amis ne voulurent pas seulement construire une bonne Carte; leur noble ambition, qu'ils ont su réaliser, était d'associer leur pays au mouvement scientifique qui, parti, comme on sait, du sein de notre ancienne Académie, avait pour but l'étude de la figure de la Terre. Le succès dépendait du choix des instruments. Entre l'ancien système des règles multiples, mises en contact bout à bout, et l'emploi d'une seule règle à traits, adopté pour la première fois en 1810, aux environs de Turin, par notre compatriote d'Aubuisson de Voisins, leur hésitation ne fut pas longue. Ils comprirent la supériorité de la règle unique; ils eurent la bonne fortune de s'adresser à Brunner qui construisit pour eux, et sous leur direction de chaque jour, car ils s'étaient installés chez lui, le chef-d'œuvre devenu célèbre dans les fastes de la Géodésie sous le nom de la *Règle espagnole*.

» La publication en deux forts Volumes des expériences faites à Paris et des résultats obtenus dans la plaine de la Manche, où les deux amis mesurèrent une base de près de 15^{km}, fut un véritable événement scientifique.

» L'Espagne, en abordant la Géodésie scientifique, dépassait pour son coup d'essai la précision obtenue jusqu'alors par les plus habiles observateurs. Les noms d'Ibañez et de Saavedra étaient désormais inséparables dans l'histoire de la Science.

» Saavedra, entraîné par la politique, devint directeur des Travaux

publics, laissa à son ami l'honneur d'achever la tâche, et mourut, peut-être, disait Ibañez, du chagrin de l'avoir abandonnée.

» Ibañez, à partir de 1866, resta seul pour achever l'organisation du grand service qui prit le nom d'*Institut géographique et statistique d'Espagne*, et qu'il dirigea pendant un quart de siècle.

» Ibañez donnait l'exemple. C'est lui qui, de 1865 à 1868, exécuta dans les îles Baléares trois mesures de bases avec une nouvelle règle de fer, construite sur ses indications par les fils de Brunner et au moyen de laquelle les opérations, encore très précises, marchaient très rapidement.

» Ibañez traça lui-même le réseau qui reliait les trois îles entre elles et aux provinces de Castellon, de Valencia et d'Alicante.

» L'infatigable géodésiste préludait ainsi à la grande et célèbre triangulation qu'il devait exécuter en 1879 avec notre regretté Confrère le général Perrier, à cette époque colonel, pour prolonger la méridienne de France par-dessus la Méditerranée jusqu'en Algérie.

» La description géodésique des îles Baléares forme un beau Volume, le troisième des OEuvres d'Ibañez.

» Ibañez n'était pas moins attentif et moins habile à diriger qu'à agir. La collection des travaux des collaborateurs de notre Confrère forme sept beaux Volumes in-4°; chaque Mémoire est accompagné d'une Notice dans laquelle Ibañez expose l'état d'avancement du travail et l'intérêt qu'il présente. Le programme placé en tête du premier Volume révèle la préoccupation scientifique et patriotique tout ensemble qui dirigea pendant toute sa carrière les efforts du général Ibañez, dont elle a assuré l'éclatant succès.

» Le Tableau des services que nous embrassons, disait-il, est le suivant : « travaux de Géodésie supérieure qui, sous la forme d'un réseau et couvrant toute l'étendue de notre territoire péninsulaire, concourent, avec » ceux des autres nations de l'Europe, à la détermination de la forme et des » dimensions de la Terre et sont en même temps le fondement solide de » notre grande Carte nationale; détermination astronomique des latitudes » géographiques, des différences de longitude, des azimuts; détermination » de l'intensité de la pesanteur; triangulations des trois ordres géodésiques » pour arriver, par degrés successifs, à une triangulation topographique » sur laquelle repose la représentation du terrain; nivellements de précision le long de lignes radiales et transversales formant le réseau altimétrique; étude continue des marées sur divers points de nos côtes » pour arriver à la connaissance du niveau moyen de la mer comme surface de comparaison; tracé et publication de la Carte topographique

» d'Espagne; métrologie de haute précision; cadastre de la richesse mo-
» bilière et statistique générale de la nation dans ses différentes branches. »

» Ce programme si vaste a été suivi de point en point. Les feuilles, déjà nombreuses, de la belle Carte topographique d'Espagne, gravées et tirées en couleur, ajoutent leur témoignage à ceux des sept Volumes de Mémoires et du magnifique Ouvrage publié en 1888 sous le titre de *Tableau géographique et statistique de l'Espagne*.

» Peu de pays possèdent, à l'heure actuelle, sur leur territoire, ses ressources de toute nature, son climat, son organisation politique et sociale, sa population, son commerce et son industrie, des documents statistiques aussi étendus et aussi détaillés que ceux que renferme ce Recueil de 1100 pages accompagné d'une très belle carte spéciale à l'échelle de $\frac{1}{500000}$.

» Ibañez ne s'est pas borné à travailler avec acharnement pour son pays et dans son pays : il s'est joint, avec le même dévouement et avec le même zèle, à ceux qui pressentent et préparent l'avenir.

» L'Association géodésique internationale créée à Berlin, vers 1861, par le savant général Baeyer ayant fait appel à tous les gouvernements, Ibañez fut désigné par le sien pour prendre part à ses travaux.

» Chaque année, à l'automne, il se rendait dans les villes où se tenait successivement le Congrès de cette Association, il y apportait d'intéressants résultats et des vues souvent nouvelles sur plusieurs des questions mises à l'étude. Son autorité grandissait dans cette savante et laborieuse compagnie, à laquelle appartiennent aujourd'hui plusieurs de nos plus éminents Confrères. A la mort du général Baeyer, Ibañez fut élu président, à la presque unanimité des suffrages.

» Une autre distinction non moins élevée l'attendait en France où, depuis le mois d'août 1870, il était membre de la Commission internationale du mètre. Cette Commission, dont nous n'avons pas à rappeler les longs et laborieux travaux, avait à choisir dans son sein douze membres pour composer un Comité permanent chargé d'élaborer les différentes questions à soumettre à la Commission générale.

» Dès la seconde session, en octobre 1872 (la première ayant été interrompue par la guerre), Ibañez était élu non seulement membre, mais président du Comité, et il a conservé ce titre et les fonctions qu'il lui imposait jusqu'à sa mort.

» La grande expérience du savant observateur, l'aménité de son caractère et sa grande loyauté ont concilié à Ibañez plus que l'estime, l'affection de tous ses collègues. La France ne saurait oublier les services rendus

par cet homme de bien à l'œuvre qu'elle a entreprise, d'engager tous les pays civilisés à adopter le système métrique et de les doter d'étalons irréprochables. Cette œuvre est, pour ainsi dire, atteinte, et la coopération d'Ibañez lui a été des plus précieuses.

» Le titre de marquis de Mulhacén a été pour Ibañez la glorieuse et juste récompense d'une action d'éclat scientifique dont elle rappelle le souvenir. La France l'a nommé Correspondant de notre Académie des Sciences et grand-officier de la Légion d'honneur. Les autres grands pays de l'Europe n'ont pas été moins reconnaissants; il appartenait à la plupart des grandes compagnies savantes, et il avait reçu les distinctions honorifiques les plus élevées.

» L'Académie s'associera, j'en suis certain, à l'expression du profond regret que nous exprimons à sa famille et au noble pays à l'illustration scientifique duquel ses leçons et son exemple n'ont pas moins contribué que ses excellents et utiles travaux. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice*. Note de M. **H. Poincaré**.

« Il arrive souvent que, les moyens mouvements étant presque commensurables, certains termes de la fonction perturbatrice acquièrent, malgré leur rang élevé, une importance considérable par suite de la présence de petits diviseurs. Il peut être nécessaire de les calculer sans connaître les termes qui précèdent; mais le plus souvent on n'a besoin que d'une valeur approchée, parce qu'il ne s'agit que de reconnaître si ces termes sont négligeables.

» Le calcul de ces valeurs approchées a déjà, à plusieurs reprises, occupé les géomètres; le meilleur et le plus complet des travaux publiés dans cet ordre d'idées est une Thèse de M. Flamme, où cet astronome prend pour point de départ la méthode de M. Darboux sur les fonctions de très grands nombres.

» J'ai cru devoir revenir sur cette question pour la raison suivante. M. Flamme commence par développer, par les procédés ordinaires, la fonction perturbatrice en une somme de termes dont chacun est le produit de deux facteurs, le premier dépendant seulement de la longitude de la première planète, et le second de la longitude de la seconde planète. C'est à ces deux facteurs qu'il applique la méthode de M. Darboux. J'ai pensé

qu'il pouvait y avoir intérêt à éviter ce développement préliminaire et à appliquer directement cette méthode à la fonction perturbatrice ellemême.

» Mais pour cela il faut rendre la méthode de M. Darboux applicable aux fonctions de deux variables, ce qui peut se faire sans rien changer aux principes sur lesquels elle est fondée.

» Voici comment j'ai opéré. Soient l et l' les deux anomalies moyennes, u et u' les deux anomalies excentriques, R la fonction perturbatrice à développer.

» Soit

$$R = \sum A_{m_1 m_2} e^{(m_1 l + m_2 l')\sqrt{-1}}.$$

» Je me propose de calculer la valeur approchée de $A_{m_1 m_2}$ en supposant

$$m_1 = an + b, \qquad m_2 = cn + d,$$

où n est un entier très grand, a, b, c, d des entiers finis, a et c premiers entre eux.

» Par exemple, pour la grande inégalité de Pallas, on prendra

$$a = 2, \qquad b = 1, \qquad c = -1, \qquad d = 0, \qquad n = 8,$$

d'où

$$m_1 = 17, \qquad m_2 = 8.$$

» Posons maintenant

$$x = e^{u\sqrt{-1}}, \qquad y = e^{u'\sqrt{-1}},$$

$$e^{l\sqrt{-1}} = t^c, \qquad e^{l'\sqrt{-1}} = t^{-a} z^{\frac{1}{c}},$$

$$F(z,t) = R.\, t^{ad-bc-1} z^{-\frac{d}{c}}.$$

Soit de plus

$$\Phi(z) = \frac{1}{2i\pi}\int F(z,t)\,dt,$$

l'intégrale étant prise, en regardant z comme une constante, le long du cercle $|t| = 1$, il viendra

$$\Phi(z) = \sum A_{m_1 m_2} z^n \qquad (m_1 = an + b,\ m_2 = cn + d).$$

» Nous n'avons donc plus à étudier qu'une fonction d'une seule variable à laquelle la méthode de M. Darboux est directement applicable. On sait

que tout dépend de la valeur et de la nature des points singuliers de $\Phi(z)$.

» Or, pour trouver les points singuliers de $\Phi(z)$, il suffit d'exprimer que z a une valeur telle que deux des points singuliers de $F(z, t)$ considérée comme fonction de t viennent à se confondre. Toutes les valeurs de z ainsi obtenues ne conviennent pas à la question et une discussion est nécessaire.

» On trouve ainsi que les points singuliers de $\Phi(z)$ sont de deux sortes.

» Nous avons d'abord les quatre points

$$x = \tau \text{ ou } \frac{1}{\tau}, \qquad y = \tau' \text{ ou } \frac{1}{\tau'},$$

en appelant $\sin\varphi$ et $\sin\varphi'$ les excentricités, et posant

$$\tau = \operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}, \qquad \tau' = \operatorname{tang}\frac{\varphi'}{2};$$

z étant, d'autre part, défini en fonction de x et de y par la relation

$$(1) \qquad z = x^a e^{\frac{a\sin\varphi}{2}\left(\frac{1}{x}-x\right)} y^c e^{\frac{c\sin\varphi'}{2}\left(\frac{1}{y}-y\right)}.$$

» Nous avons en second lieu les points définis de la manière suivante. Soit Δ le carré de la distance des deux planètes; nous aurons les valeurs de z tirées des équations

$$(2) \qquad \Delta = \frac{d\Delta}{dt} = 0;$$

or ces équations peuvent être remplacées par les suivantes

$$(3) \qquad P = 0, \qquad Q = 0,$$

P et Q étant deux polynômes entiers en x et y, le premier du 6e ordre, le second du 7e; quant à z, il est toujours défini en fonction de x et y par la relation (1).

» Si l'on élimine y entre les deux équations (3), on est amené à une équation algébrique en x du 24e degré.

» Ce degré élevé crée une première difficulté. Heureusement on pourra se contenter dans le calcul des racines de cette équation d'une grossière approximation, et la petitesse des excentricités et des inclinaisons facilitera ce calcul.

» Si l'on regarde les excentricités et les inclinaisons comme des infini-

ment petits, le degré s'abaisse à 12; il est donc encore très élevé; mais il s'abaisse beaucoup si l'inclinaison est nulle, de sorte qu'on peut entrevoir qu'en combinant les résultats obtenus par cette méthode dans le cas d'une inclinaison nulle, avec les considérations développées par M. Tisserand dans le Chapitre XXVIII du Tome I[er] de sa *Mécanique céleste*, on pourra arriver à un procédé réellement pratique.

» Supposons donc l'inclinaison nulle; si les excentricités sont finies, l'équation s'abaisse au quatrième degré; si les deux excentricités sont très petites et de même ordre, ou même si l'une d'elles seulement est très petite, elle s'abaisse au troisième degré; si enfin les deux excentricités sont très petites d'une manière absolue et l'une très petite par rapport à l'autre, elle s'abaisse au deuxième degré.

» Une seconde difficulté provient de la nécessité d'une discussion pour reconnaître quel est de ces vingt-huit points singuliers celui qui répond à la question. J'ai fait cette discussion dans quelques cas particuliers s'écartant peu de ceux qui peuvent être réalisés en Astronomie et j'ai trouvé que c'était un des vingt-quatre points définis par les équations (3) qu'il fallait prendre.

» Soit donc z_0 le point singulier qui convient à la question; et soient t_0, x_0, y_0 les valeurs correspondantes de t, de x et de y. Si ce point z_0 est un de ceux qui satisfont aux équations (2) et (3), la valeur approchée de $A_{m_1 m_2}$ sera

$$(4) \qquad -\frac{1}{4ni\pi z_0^n} t_0^{ad-bc-1} z_0^{-\frac{d}{c}} \frac{d^2\Delta}{dt^2},$$

à la condition, bien entendu, que dans $\frac{d^2\Delta}{dt^2}$ on remplace z et t par z_0 et t_0; ou bien encore x et y par x_0 et y_0 si l'on préfère exprimer $\frac{d^2\Delta}{dt^2}$ en fonction de ces deux variables $\left(\text{cela est d'ailleurs de beaucoup préférable, car } \frac{d^2\Delta}{dt^2}\right.$ est une fonction rationnelle de x et de $\left.y\right)$.

» On trouverait une expression analogue dans le cas où le point singulier convenable serait un des quatre points de la première sorte.

» La même méthode fournirait sans peine des expressions plus approchées que l'expression (4), où l'erreur est de l'ordre de

$$\frac{1}{n^2 z_0^n}.$$

» Il y a beaucoup à faire pour faciliter et rendre réellement pratique la résolution de l'équation algébrique à laquelle on est conduit et la discussion qui doit suivre. Je n'ai fait, dans le Mémoire qui sera bientôt publié, que poser les principes sur lesquels cette discussion doit reposer et je ne les ai appliqués que dans quelques cas particuliers; mais il me semble que l'importance du sujet devrait tenter les chercheurs et les engager à compléter les résultats que j'ai obtenus. Et en effet je n'ai abordé ce travail que dans un but très spécial et je me suis arrêté dès qu'il a été atteint.

» Dans le cours de ces recherches j'ai été conduit à la remarque suivante :

» Soient r et r' les deux rayons vecteurs, H l'angle qu'ils font entre eux; la fonction perturbatrice de la première planète sera

$$\frac{1}{\sqrt{\Delta}} + \frac{r\cos H}{r'^2}$$

et celle de la seconde

$$\frac{1}{\sqrt{\Delta}} + \frac{r'\cos H}{r^2}.$$

» La différence sera

$$D = \frac{r\cos H}{r'^2} - \frac{r'\cos H}{r^2}.$$

» On sait que $\frac{r\cos H}{r'^2}$ et $\frac{r'\cos H}{r^2}$ ne contiennent pas de termes séculaires proprement dits et qu'on peut écrire, par exemple,

$$\frac{r\cos H}{r'^2} = \sum A_{m_1 m_2} \begin{smallmatrix}\cos\\ \sin\end{smallmatrix} (m_1 l + m_2 l'),$$

$$\frac{r'\cos H}{r^2} = \sum B_{m_1 m_2} \begin{smallmatrix}\cos\\ \sin\end{smallmatrix} (m_1 l + m_2 l').$$

$A_{m_1 m_2}$ et $B_{m_1 m_2}$ sont nuls pour $m_1 = m_2 = 0$; mais si les moyens mouvements sont commensurables, si par exemple

$$(5) \qquad m_1 n + m_2 n' = 0,$$

l'expression $m_1 l + m_2 l'$ devient indépendante du temps et le terme correspondant devient *accidentellement séculaire*.

» J'ai remarqué que si l'on donne aux grands axes des valeurs telles que la relation (5) ait lieu, $A_{m_1 m_2}$ devient égal à $B_{m_1 m_2}$, de sorte que la différence D, qui ne contient déjà pas de termes séculaires proprement dits, ne peut pas contenir non plus de termes accidentellement séculaires.

» La vérification est très facile. »

PHOTOGRAPHIE. — *La photographie des couleurs*. Note de M. G. Lippmann.

« Je me suis proposé d'obtenir sur une plaque photographique l'image du spectre avec ses couleurs, de telle façon que cette image demeurât désormais *fixée* et pût rester exposée indéfiniment au grand jour sans s'altérer.

» J'ai pu résoudre ce problème en opérant avec les substances sensibles, les développateurs et les fixatifs courants en Photographie, et en modifiant simplement les conditions physiques de l'expérience. Les conditions essentielles pour obtenir les couleurs en Photographie sont au nombre de deux : 1° continuité de la couche sensible; 2° présence d'une surface réfléchissante adossée à cette couche.

» J'entends par continuité l'absence de grains : il faut que l'iodure, le bromure d'argent, etc., soient disséminés à l'intérieur d'une lame d'albumine, de gélatine ou d'une autre matière transparente et inerte, d'une manière uniforme et sans former de grains qui soient visibles même au microscope; s'il y a des grains, il faut qu'ils soient de dimensions négligeables par rapport à la longueur d'onde lumineuse.

» L'emploi des grossières émulsions usitées aujourd'hui se trouve par là exclu. Une couche continue est transparente, sauf ordinairement une légère opalescence bleue. J'ai employé comme support l'albumine, le collodion et la gélatine; comme matières sensibles, l'iodure et le bromure d'argent; toutes ces combinaisons donnent de bons résultats.

» La plaque, sèche, est portée par un châssis creux où l'on verse du mercure; ce mercure forme une lame réfléchissante en contact avec la couche sensible. L'exposition, le développement, le fixage se font comme si l'on voulait obtenir un négatif noir du spectre; mais le résultat est différent : lorsque le cliché est terminé et séché, les couleurs apparaissent.

» Le cliché obtenu est négatif par transparence, c'est-à-dire que chaque couleur est représentée par sa complémentaire. Par réflexion, il est positif, et on voit la couleur elle-même, qui peut s'obtenir très brillante. Pour obtenir ainsi un positif, il faut révéler ou parfois renforcer l'image de façon que le dépôt photographique ait une couleur claire, ce qui s'obtient, comme l'on sait, par l'emploi de liqueurs acides.

» On fixe à l'hyposulfite de soude suivi de lavages soignés; j'ai vérifié qu'ensuite les couleurs résistaient à la lumière électrique la plus intense.

» La théorie de l'expérience est très simple. La lumière incidente, qui forme l'image dans la chambre noire, interfère avec la lumière réfléchie par le mercure. Il se forme, par suite, dans l'intérieur de la couche sensible, un système de franges, c'est-à-dire de maxima lumineux et de minima obscurs. Les maxima seuls impressionnent la plaque; à la suite des opérations photographiques, ces maxima demeurent marqués par des dépôts d'argent plus ou moins réfléchissants, qui occupent leur place. La couche sensible se trouve partagée par ces dépôts en une série de lames minces qui ont pour épaisseur l'intervalle qui séparait deux maxima, c'est-à-dire une demi-longueur d'onde de la lumière incidente. Ces lames minces ont donc précisément l'épaisseur nécessaire pour reproduire par réflexion la couleur incidente.

» Les couleurs visibles sur le cliché sont ainsi de même nature que celles des bulles de savon. Elles sont seulement plus pures et plus brillantes, du moins quand les opérations photographiques ont donné un dépôt bien réfléchissant. Cela tient à ce qu'il se forme dans l'épaisseur de la couche sensible un très grand nombre de lames minces superposées : environ 200, si la couche a, par exemple, $\frac{1}{20}$ de millimètre. Pour les mêmes raisons, la couleur réfléchie est d'autant plus pure que le nombre des couches réfléchissantes augmente. Ces couches forment, en effet, une sorte de réseau en profondeur, et, pour la même raison que dans la théorie des réseaux par réflexion, la pureté des couleurs va en croissant avec le nombre des miroirs élémentaires. »

PHOTOGRAPHIE. — *Observations de M.* **Edm. Becquerel** *sur la Communication de M.* Lippmann *au sujet de la reproduction photographique des couleurs.*

« Je désire faire remarquer toute la différence qui existe entre le procédé entièrement physique que vient d'exposer M. Lippmann pour reproduire photographiquement les couleurs de la lumière, et le procédé photochimique que j'ai découvert en 1848 pour obtenir les images colorées du spectre lumineux ainsi que les images des objets avec leurs couleurs propres; c'est à l'aide d'une même substance chimique, le sous-chlorure d'argent, formé à la surface de lames d'argent, et dont j'ai indiqué la préparation et les modifications si curieuses sous diverses influences et notamment sous l'action de la chaleur, que j'ai pu atteindre ce but ([1]).

([1]) *Comptes rendus,* t. XXVI, p. 181, et t. XXVII, p. 483; 1848. — *Ibid.*, Rapport

» On peut du reste, lors de la préparation de la substance sensible, déterminer avec exactitude, comme je l'ai fait voir, l'épaisseur de la couche nécessaire à la production de ces effets dans les meilleures conditions possibles; cette épaisseur peut varier entre $\frac{1}{4000}$ et $\frac{1}{600}$ de millimètre.

» Ces images sont absolument inaltérables dans l'obscurité et je possède encore les reproductions du spectre solaire faites il y a plus de quarante ans, ainsi que celles des images colorées par la lumière qui ont servi de bases à Regnault pour la rédaction du Rapport qu'il a présenté à l'Académie en 1849; elles ne s'altèrent que lors de l'action ultérieure de la lumière, parce que la substance sensible sur laquelle elles sont obtenues n'est pas complètement transformée et peut subir encore l'influence des différents rayons colorés. C'est le même composé dont plus tard, en 1865, M. Poitevin a fait usage pour obtenir, sur papier, les images colorées que je proidusais sur plaques métalliques.

» Lorsqu'on soumet les images photographiques ainsi colorées à l'action réductrice d'un des dissolvants du chlorure d'argent, tels que l'ammoniaque ou l'hyposulfite de soude, les nuances colorées disparaissent et, là où les rayons lumineux ont exercé leur action, il reste à la surface des lames d'argent une légère trace formée par une lame mince d'argent métallique, qui, lorsqu'elle est encore humide, manifeste de faibles teintes, complémentaires de celles qui existaient auparavant aux mêmes places. Ces effets, dont il est difficile de se rendre compte *a priori*, montrent que peut-être les épaisseurs des couches déposées jouent un rôle dans la production des phénomènes de coloration ([1]).

» Cette matière jouit de la curieuse propriété, quand elle est préparée convenablement, non seulement d'être sensible à l'action des divers rayons colorés, depuis le rouge jusqu'au violet, en reproduisant leurs teintes propres, mais encore de recevoir une impression qui semble sensiblement proportionnelle à l'intensité des impressions lumineuses correspondantes sur la rétine.

» Je rappellerai encore que cette substance photochromatiquement impressionnable donne lieu, au moment de la réaction chimique qui la transforme, à un courant électrochimique dont l'intensité et la force élec-

---

de Regnault, t. XXVIII, p. 200; 1849. — *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXII, p. 451; 1848. — *Ibid.*, t. XXV, p. 447. — *Ibid.*, t. XLII, p. 81. — Edm. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. II, p. 209.

([1]) *La lumière, ses causes et ses effets*, t. II, p. 232.

tromotrice peuvent être mesurées avec l'actinomètre électrochimique que j'ai fait connaître ([1]); ce courant peut être utilisé pour comparer très exactement les intensités des différents rayons colorés actifs, par exemple des rayons rouges et des rayons bleus, alors que les méthodes optiques basées sur les impressions exercées par les mêmes rayons lumineux sur la rétine ne permettent de le faire qu'avec fort peu d'exactitude. »

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Sur une Table de logarithmes centésimaux à 8 décimales.* Note de M. le général **Derrécagaix.**

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, un Recueil de Tables de logarithmes à 8 décimales, que le Service géographique vient d'éditer.

» Ce Recueil, destiné à remplacer les Tables de Borda, aujourd'hui épuisées, contient les logarithmes des fonctions circulaires dans le système de la division centésimale du quadrant, et ceux des nombres entiers de 1 à 120000.

» La publication de cet Ouvrage a pour objet de consacrer le maintien au Service géographique des méthodes d'observation et de calcul basées sur la graduation décimale du cercle. L'échelle décimale, introduite pour la première fois par Borda dans les instruments, employée par Delambre et Méchain dans les opérations de la méridienne de France, hautement recommandée par Laplace, puis par Le Verrier, est appliquée, depuis près d'un siècle, par les géodésiens français. Une aussi longue expérience a établi définitivement sa supériorité sur la division sexagésimale, aussi bien dans les instruments que dans la pratique des calculs.

» Les nouvelles Tables à 8 décimales sont un extrait vérifié des Tables manuscrites du cadastre à 14 décimales, que Prony fit établir à la fin du siècle dernier et dont il devait faire le *monument de calcul le plus vaste et le plus imposant qui eût jamais été exécuté ou même conçu.* Malheureusement, l'impression de ce précieux Recueil, interrompue au moment de la dépréciation du papier-monnaie, n'a jamais été reprise. Il n'en existe aujour-

---

([1]) *La lumière, ses causes et ses effets,* t. II, p. 131.

d'hui que deux exemplaires, l'un à la bibliothèque de l'Institut, l'autre à l'Observatoire de Paris. C'est à ce dernier que l'extrait a été emprunté.

» Pour organiser le volume des nouvelles Tables, il fallait, avant tout, en établir la disposition. Celle qui a été adoptée a paru la plus rationnelle pour faciliter la recherche des logarithmes, malgré la dimension du format.

» Il fallait ensuite éviter les erreurs. Dans ce but et malgré la haute autorité du manuscrit de Prony, on a cru devoir soumettre tous ses nombres à un contrôle rigoureux, qui a été complété lui-même par deux vérifications successives. Ces différents travaux ont permis de relever, dans l'exemplaire de l'Observatoire, un petit nombre de fautes, qui suffisaient à justifier cette revision.

» Enfin, le Service géographique s'est efforcé de ne rien négliger pour assurer à cette œuvre les garanties d'une exactitude absolue. Commencée par le général Perrier, elle a été poursuivie et achevée, sous ma direction, par le lieutenant-colonel Bassot, chef de la Section de Géodésie.

» Cette publication pourra favoriser et développer l'emploi de l'échelle décimale dans les instruments et les calculs de l'Astronomie. Si elle atteint ce but, elle aura encore réalisé pour la Science un nouveau progrès. »

M. le général **Derrécagaix** offre, en outre, à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, les Cartes suivantes, qui ont été exécutées dans les ateliers du Service géographique, savoir :

1° *France au* $\frac{1}{200000}$. — Feuilles de Lyon, Le Puy, Avignon, Longwy, Nice, Antibes, Tignes, Grand-Saint-Bernard, Gap, Digne, Rouen, Marseille, Boulogne, Bayonne.

2° *Algérie au* $\frac{1}{50000}$. — Feuilles de Saint-Charles-El-Aria, Perregaux, Constantine, Les Andalouses, cap Cigli, El-Esman, cap Magrona, Tizi-Ouzou, Relizane, Bouïra, Dra-el-Mizan, Bosquet, Tazmalt, Beni-Saf, Inkermann, Fort National, Sidi-bel-Acel.

3° *Sud oranais au* $\frac{1}{200000}$. — 15 feuilles.

4° *Afrique au* $\frac{1}{2000000}$. — Feuilles de Laghouat-El-Facher, Kouka, El-Obeïd-Aguadez, Tripoli.

5° *Tunisie au* $\frac{1}{800000}$. — 2 feuilles.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Ivison O'Neale adresse une Note relative à un procédé pour déterminer la présence du bisulfate de potasse ou de l'acide sulfurique libre dans les vins.

(Renvoi à la Commission.)

M. H. Féron adresse une Note relative à un procédé pour empêcher les explosions de grisou.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Album de Statistique graphique publié par le Ministère des Travaux publics, d'après les soins personnels de M. *Cheysson* (présenté par M. Haton de la Goupillière).

M. Faye présente à l'Académie les deux Volumes de la « Connaissance des Temps » que le Bureau des Longitudes vient de publier coup sur coup, afin de prendre une avance jugée utile pour les marins et les voyageurs, et « l'Annuaire pour 1891 » dont des exemplaires avaient été distribués aux Membres de l'Académie dès son apparition, c'est-à-dire vers la fin de décembre. Il fait remarquer la rapidité avec laquelle l'Annuaire s'enrichit d'année en année, cette dernière année surtout, en documents utiles au grand public scientifique.

Il signale particulièrement un Tableau des orbites des étoiles doubles, un autre Tableau de M. Bossert pour les mouvements propres des étoiles, un exposé de M. Cornu sur les spectres des étoiles, une Note de notre Confrère M. Sarrau sur les propriétés des corps au voisinage du point critique, un travail de M. Cornu relatif aux vibrations des sons de l'échelle musicale, les résultats que M. Teisserenc a rapportés de sa récente expédition magnétique en Algérie, et un nouveau travail de M. Moureaux sur l'anomalie curieuse dans les courbes magnétiques du nord de la France.

Notons que le beau travail de MM. Lœwy et Schulhof sur les comètes du XIXe siècle se termine dans ce Volume. Toutes les parties en seront réunies dans un Mémoire d'ensemble destiné aux Annales du Bureau.

Nous espérons enfin que l'attention de l'Académie se dirigera sur les Notices qui, selon l'usage, terminent ce Volume, à savoir l'historique de l'ascension du mont Blanc exécutée, dans des conditions si originales, par notre Confrère M. Janssen qui a voulu poursuivre, jusque sur ces hauteurs, la solution d'un problème délicat de Physique astronomique; un véritable Mémoire où M. Tisserand nous montre l'intérêt scientifique qui s'attache à la découverte des petites planètes de la région comprise entre Mars et Jupiter, et une Notice sur le récent Congrès géodésique de Fribourg. Dans cette Notice, M. Tisserand a fait ressortir, avec la clarté qui lui est propre, le rôle de plus en plus important que la Science française joue dans les entreprises internationales. Il a rendu pleine justice aux travaux des différents corps qui sont représentés dans ces réunions. Telles sont les Communications de M. Bouquet de la Grye, sur le choix d'un zéro fondamental pour les nivellements; celles du lieutenant-colonel Bassot, qui a pu annoncer aux savants étrangers l'heureuse terminaison des opérations entreprises par le Service géodésique de l'armée pour la mesure de la nouvelle méridienne de France; celle de M. le commandant Defforges, sur ses belles études du pendule; celle de M. Lallemand, au nom de la Commission du nivellement général de la France qui poursuit sans bruit, mais avec une supériorité reconnue partout aujourd'hui, une œuvre qui fait le plus grand honneur à notre pays. Enfin M. Tisserand a eu là une belle occasion de présenter à l'Association géodésique internationale le deuxième Volume de son *Traité de Mécanique céleste*, et de recevoir les éloges et les expressions de gratitude de tous les Membres pour une entreprise dont l'utilité pouvait être si bien appréciée dans cette réunion.

L'Annuaire de cette année se termine par une revendication dont M. Cornu s'est fait l'organe, au sujet d'une méthode d'observation toute nouvelle qui a pour l'Astronomie une portée considérable. Le principe de cette méthode est dû à notre illustre Confrère, M. Fizeau. Les astronomes, quand ils portent leurs efforts sur les grands problèmes de l'univers stellaire, sont arrêtés par une difficulté singulière. Des trois coordonnées suivant lesquelles il faudrait estimer la vitesse d'un quelconque de ces astres, deux seulement leur étaient accessibles; la troisième, celle qui donnerait la vitesse dans le sens du rayon visuel, leur échappait complètement. M. Fizeau a montré que cette indispensable composante de la vi-

tesse peut s'obtenir avec précision, par la simple mais délicate observation du déplacement des raies du spectre qui résulte de cette vitesse même de l'objet lumineux. Il a ainsi élargi le domaine de la Science et ouvert aux astronomes un champ nouveau d'exploration qui leur semblait à jamais refusé. Chose singulière, à l'étranger, quand on parle de cette grande découverte, déjà si féconde en brillants résultats, on cite le nom d'un physicien, M. Doppler, et non celui de M. Fizeau. M. Cornu explique cette méprise déplorable et rend à notre Confrère l'honneur qui lui est dû d'avoir créé de toutes pièces toute une branche inattendue de la Science moderne.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le second semestre* 1890. Note de M. **P. Tacchini**.

« Voici les résultats qui se rapportent à chaque zone de 10°, dans les deux hémisphères du Soleil :

1890.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
90° + 80°	0,010	0,339	»	0,406
80 + 70	0,005		»	
70 + 60	»		»	
60 + 50	0,024		0,047	
50 + 40	0,123		0,137	
40 + 30	0,106		0,078	
30 + 20	0,042		0,062	
20 + 10	0,010		0,059	
10 . 0	0,019		0,023	
0 — 10	0,024	0,661	0,031	0,594
10 — 20	0,033		0,055	
20 — 30	0,057		0,129	
30 — 40	0,113		0,148	
40 — 50	0,344		0,188	
50 — 60	0,090		0,043	
60 — 70	»		»	
70 — 80	»		»	
80 — 90	»		»	

Facules.

1890.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
50° + 40°	»		»	
40 + 30	0,017		0,067	
30 + 20	0,155	0,414	0,267	0,600
20 + 10	0,207		0,244	
10 . 0	0,035		0,022	
0 — 10	0,086		0,044	
10 — 20	0,121		0,020	
20 — 30	0,123	0,586	0,200	0,400
30 — 40	0,086		0,044	
40 — 50	»		0,022	

Taches.

1890.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
30° + 20°	0,292		0,250	
20 + 10	0,166	0,458	0,376	0,626
10 . 0	»		»	
0 — 10	0,042		0,062	
10 — 20	0,083	0,542	0,062	0,374
20 — 30	0,375		0,250	
30 — 40	0,042		»	

Éruptions.

1890.	Troisième trimestre.		Quatrième trimestre.	
30° + 20°	0,333		»	
20 + 10	0,333	0,666	»	»
10 . 0	»		»	
0 — 10	»		»	
10 — 20	0,333	0,333	»	»
20 — 30	»		»	

» Ces résultats, avec ceux qui ont été déjà communiqués à l'Académie, démontrent le fait singulier que, pendant l'année 1890 comme pendant l'année 1889, les protubérances ont été toujours plus fréquentes dans l'hémisphère austral du Soleil, avec le maximum de fréquence toujours

dans la zone (— 40° — 50°). Quant aux facules, aux taches et aux éruptions, on en a trouvé un plus grand nombre dans l'hémisphère boréal. Les protubérances se sont présentées presque dans toutes les zones et même près des pôles solaires, tandis que les facules se rencontrent plus près de l'équateur, et les taches et les éruptions à des latitudes plus basses encore. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Remarques sur le déplacement d'une figure de forme invariable dont tous les plans passent par des points fixes.* Note de **M. A. Mannheim.**

« La Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie dans la séance du 10 février 1890 se terminait par cet énoncé :

» *Si une figure de forme invariable se déplace de façon que tous ses plans passent par des points fixes, ces plans enveloppent des cônes de révolution dont les axes sont parallèles.*

» J'ai donné la démonstration de cette propriété dans un Mémoire qui vient de paraître (¹).

» J'ai montré aussi dans le même travail, comme conséquence de cette propriété, diverses manières de déplacer une figure de grandeur invariable pour que tous les plans entraînés avec cette figure passent par des points fixes.

» L'un de ces résultats peut être présenté sous une forme nouvelle que je viens, à cause de son extrême simplicité, faire connaître aujourd'hui :

» *Soient* (A), (A'), (B), (B'), (C) *cinq faces d'un parallélépipède. On prend respectivement sur chacune de ces faces les points* a, a', b, b', c *choisis de façon que les droites* aa', bb' *qui joignent les points situés sur deux faces opposées soient parallèles. Le parallélépipède restant de grandeur invariable, si on le déplace de façon que ses faces passent toujours par les points qu'elles contiennent et qui sont supposés fixes, tout plan entraîné avec le parallélépipède passe aussi par un point fixe.*

» Si, au lieu d'un plan, on entraîne un faisceau de plans, j'ai fait voir que : *Les axes des cônes enveloppes de ces plans sont les génératrices d'un cylindre de révolution* (²).

(¹) *Journal de l'École Polytechnique,* LXᵉ Cahier; 1891.

(²) *Loc. cit.*

» Je viens maintenant donner un complément à cette intéressante propriété en disant que :

» *Les sommets de ces cônes sont sur une cubique gauche.*

» L'étude du déplacement d'une figure, dont tous les plans passent par des points fixes, comporte deux ordres de recherches. Il fallait montrer qu'un tel déplacement, qui au premier abord paraît impossible, peut s'obtenir et comment on l'obtient.

» C'est ce que j'ai fait dans mon Mémoire déjà cité; ensuite il y avait à trouver des propriétés qui se rapportent aux lignes ou surfaces décrites pendant ce déplacement.

» J'ai fait connaître quelques-unes de ces propriétés, mais il en reste beaucoup d'autres à découvrir et j'espère qu'elles donneront lieu à de nouvelles recherches. »

PHYSIQUE. — *Note complémentaire sur l'équation caractéristique des gaz et des vapeurs;* par M. **Ch. Antoine.**

« Dans une Note présentée à l'Académie, le 24 mars 1890, j'ai cherché à établir que l'équation caractéristique des gaz et des vapeurs est donnée par l'ensemble des deux relations

$$pv = D(\beta + t),$$
$$\beta = A - B\sqrt{p}.$$

Le coefficient D reste sensiblement constant lorsque la pression p n'est pas très considérable. Il augmente avec les grandes pressions.

» Les expériences successives de M. Amagat apportent des modifications de détail à la relation qui donne ce coefficient, mais le principe reste le même.

» Pour les expériences qui ont été présentées à l'Académie le 8 décembre 1890, on aurait :

	β.	D.
Hydrogène......	273,0	$41,16 + (0,0280 - 0,00005t)p^{1,0}$
Air...........	$273,6 - \sqrt{p}$	$2,56 + (0,00182 - 0,000003t)p^{1,1}$
Azote..........	$273,6 - \sqrt{p}$	$2,73 + (0,00196 - 0,000003t)p^{1,1}$

sous la réserve que les coefficients D ne descendront pas au-dessous des valeurs ci-après :

Hydrogène..................	$D = 41,19$
Air........................	$D = 2,837$
Azote......................	$D = 2,922$

» M. Amagat a donné les rapports $\frac{v}{\omega}$ des volumes v à la température t et sous la pression p, aux volumes ω à la température $t = 0$ et sous la pression normale $p = 1$.

» On a

$$\frac{v}{\omega} = \frac{pv}{p\omega} = \frac{D(\beta + t)}{p\omega}.$$

» D'après les densités qui sont admises pour l'hydrogène, l'air et l'azote, les volumes ω sont :

Hydrogène..................	$\omega = 1219,0$ lit
Air........................	$\omega = 773,4$
Azote......................	$\omega = 790,6$

» Avec les valeurs de D, β, ω, on trouve, pour les rapports $\frac{v}{\omega}$, les résultats ci-après :

Hydrogène.

Tensions en atmosphères.	$\frac{v}{\omega}$ d'après M. Amagat.			$\frac{v}{\omega}$ d'après la formule		
P.	$t = 0$.	$t = 99,3$.	$t = 200,5$.	$t = 0$.	$t = 100$.	$t = 200$.
100	0,010690	»	»	0,010680	0,014424	0,018077
200	0,005690	0,007567	0,009420	0,005680	0,007594	0,009417
300	4030	5286	6520	4013	5317	6529
400	3207	4147	5075	3180	4179	5087
500	2713	3462	4210	2680	3496	4211
600	2387	3006	3627	2347	3040	3644
700	2149	2680	3212	2109	2715	3226
800	1972	2444	2900	1930	2444	2922
900	1832	2244	2657	1791	2281	2680
1000	1720	2093	»	1680	2130	2489

» Le calcul peut se simplifier pour l'hydrogène, en remarquant que, pour $p = 1$, on a

$$v' = \omega(1 + 0,00366t);$$

une transformation de la relation $\frac{v}{\omega} = \frac{D(\beta + t)}{p\omega}$ donne facilement (¹) :

Pour $t =$ 0.............. $\frac{v}{\omega} = \frac{1}{p} + 0,000680$

» $t = 100$.............. $\frac{v}{\omega} = \left(\frac{1}{p} + 0,000559\right) 1,366$

» $t = 200$.............. $\frac{v}{\omega} = \left(\frac{1}{p} + 0,000437\right) 1,732$

Air.

Tensions en atmosphères.	$\frac{v}{\omega}$ d'après M. Amagat.			$\frac{v}{\omega}$ d'après la formule		
P.	$t = 0$.	$t = 99,4$.	$t = 200,6$.	$t = 0$.	$t = 100$.	$t = 200$.
100	0,009730	0,013850	»	0,009707	0,013338	0,017006
200	5050	0,007360	0,009430	5334	0,007148	0,008835
300	3658	5170	6622	3894	5171	6309
400	3036	4170	5240	3178	4182	5047
500	2680	3565	4422	2763	3610	4313
600	2450	3181	3883	2485	3226	3821
700	2288	2904	3502	2291	2958	3475
800	2168	2699	3219	2141	2753	3214
900	2070	2544	3000	2028	2597	3014
1000	1992	2415	2828	1937	2473	2835

Azote.

P.	$t = 0$.	$t = 99,5$.	$t = 199,6$.	$t = 0$.	$t = 100$.	$t = 200$.
100	0,009910	»	»	0,010060	0,013663	0.017127
200	5195	0,007445	0,009532	0,005532	0,007433	0,009207
300	3786	5301	6715	4044	5384	6591
400	3148	4265	5331	3307	4262	5164
500	2780	3655	4515	2873	3770	4527
600	2543	3258	3973	2584	3373	4019
700	2374	2980	3589	2383	3096	3662
800	2240	2775	3300	2229	2884	3392
900	2149	2616	3085	2110	2122	3185
1000	2068	»	»	2018	2594	3020

(¹) *Comptes rendus*, premier semestre, p. 1253; 1890.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la basicité des acides organiques, d'après leur conductibilité. Acides monobasiques et bibasiques.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé de caractériser la basicité des acides organiques au moyen des conductibilités électriques de mélanges faits en diverses proportions de ces acides avec la potasse : c'est l'existence des sels acides dans les dissolutions qui forme le nœud du problème, et c'est là définition par cette voie des caractères propres des acides organiques qui constitue la nouveauté de mes recherches.

» En effet, si à une quantité donnée d'acide on ajoute des quantités croissantes de potasse, la liqueur, d'abord acide, devient, comme on sait, neutre, puis alcaline; et l'on peut considérer *a priori* les liqueurs acides soit comme de simples mélanges de dissolutions d'acide libre et de sel neutre, soit comme des sels acides chimiquement définis, soit comme des mélanges de sel acide avec une certaine dose de sel neutre et d'acide libre résultant de sa dissociation. De même les liqueurs avec excès d'alcali pourraient être de simples mélanges de sel neutre et de potasse, ou bien renfermer une certaine dose de sels basiques définis.

» Si les conductibilités observées coïncident avec les conductibilités calculées dans l'hypothèse de simples mélanges, c'est que ni l'excès d'acide, ni l'excès d'alcali n'ont d'action propre sur le sel neutre dans les dissolutions; si elles leur sont inférieures, c'est l'indice d'une action chimique : les observations de M. Bouty sur le sulfate acide de potasse fournissent un premier exemple de ce genre d'étude.

» J'exposerai successivement les résultats de mes observations, d'abord avec les acides organiques monobasiques à $\frac{1}{100}$ de molécule par litre, pris à 17°, puis avec les acides polybasiques pour des dilutions analogues, les conclusions n'étant pas les mêmes pour ces deux groupes de corps, et l'étude des acides monobasiques donnant, par l'opposition de ses résultats, une certitude propre à ceux que l'on observe sur les acides bibasiques.

	Nombre relatif de molécules		Acides monobasiques							
			formique.		acétique.		benzoïque.		glycolique.	
	d'acide.	de potasse.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.
	1,000	0,000	0,384	»	0,116	»	0,208	»	0,331	»
	0,750	0.250	0,319	0,332	0,206	0,207	0,212	0,210	0,276	0,276
	0,667	0,333	0,347	0,351	0,263	0,265	0,255	0,256	0,304	0,303
Sel neutre :	0,500	0,500	0,438	»	0,386	»	0,356	»	0,385	»
	0,333	0,667	0,839	0,885	0,809	0,850	0,792	0,832	0,803	0,850
	0,250	0,750	1,065	1,074	1,048	1,051	1,036	1,039	1,045	1,047
	0,000	1,000	1,780	»	»	»	»	»	»	»

» D'après ces chiffres, si l'on ajoute au sel neutre d'un acide monobasique un *excès d'acide*, les nombres calculés coïncident à moins de 1 pour 100 près avec les nombres observés. L'excès d'acide n'a donc pas d'action sensible, ce qui est conforme aux résultats des observations thermochimiques. Cependant, dans le cas de l'acide formique, il y a une légère différence, qui paraît impliquer la présence de quelques centièmes de formiate acide, conformément aussi aux mesures thermochimiques. Les *sels acides* des acides monobasiques n'existent donc pas dans les dissolutions étendues, ou du moins il en subsiste à peine quelques traces.

» Si, d'autre part, on ajoute au sel neutre d'un acide gras ou analogue un *excès d'alcali*, la première molécule de potasse produit un abaissement de près de 5 pour 100, attribuable à un commencement de dissociation du sel neutre dissous et analogue au dégagement de chaleur que l'on observe dans les expériences thermochimiques en pareil cas. La deuxième molécule de potasse n'a plus qu'une action à peu près insensible.

» Dans le cas des *acides bibasiques*, au contraire, *l'excès d'acide* a une influence très marquée sur le sel neutre dans les dissolutions. En effet, les conductibilités que j'ai observées sont inférieures parfois de 50 pour 100 aux conductibilités calculées [1] en envisageant les liqueurs comme de simples mélanges d'acide et de sel neutre. Voici, par exemple, des nombres relatifs aux acides oxalique et succinique.

		Acide oxalique.				Acide succinique.			
Acide.	Potasse.	Observé.	Calculé.	Écart.	Différence en centièmes.	Observé.	Calculé.	Écart.	Différence relative.
1,000	0,000	2,390	»	»	»	0,210	»	»	»
0,750	0,250	1,410	1,745	0,335	19	0,224	0,262	0,038	14,5
0,667	0,333	1,075	1,533	0,458	30	0,275	0,318	0,043	13,5
0,500	0,500	0,533	1,085	0,552	51	0,398	0,438	0,040	9
+0,333	0,667	0,633	sel neutre	»	»	0,563	sel neutre	»	»
0,250	0,750	0,894	0,920	0,026	2,8	0,806	0,867	0,061	7
0,200	0,800	1,058	1,071	0,013	1	1,006	1,001	»	»

» L'acide malique a fourni des différences de 20 à 30 centièmes et l'on en trouve également de considérables en calculant les nombres observés

(1) Le calcul est fait en prenant pour l'acide, conformément aux résultats d'Arrhenius (*Wied. Ann.*, 1887), la limite correspondante à la mise en liberté de H pour une molécule.

pour les autres acides bibasiques, tels que les suivants :

Acide.	Potasse.	Malonique.	Pyrotartrique.	Phtalique.	Camphorique.	
1,000	0,000	0,906	0,238	0,809	0,131	
0,750	0,250	0,581	0,228	0,517	0,184	
0,667	0,333	0,497	0,270	0,436	0,235	
0,500	0,500	0,417	0,386	0,387	0,351	
+0,333	0,667	0,586	0,545	0,541	0,502	+ sel neutre
0,250	0,750	0,854	0,802	0,819	0,769	
0,200	0,800	1,036	0,996	1,013	0,968	

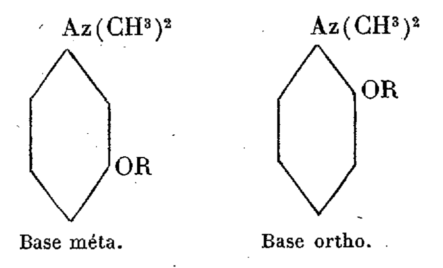
» L'abaissement observé répond à l'existence de *sels acides* dans les dissolutions, sels probablement identiques aux sels acides cristallisés qui sont bien connus. Les conductibilités indiquent, en outre, que de tels sels acides ne subsistent pas inaltérés et stables dans leurs dissolutions, mais qu'ils y sont partiellement dissociés en sels neutres et acides libres. Ce point mérite attention; d'après leur poids moléculaire, il semblerait que les sels acides dérivés des acides bibasiques dussent avoir, au même titre que les sels neutres, une existence propre et une stabilité comparable : car la molécule de l'acide libre renferme 2 équivalents d'hydrogène substituables par un métal, c'est-à-dire qu'il doit exister et qu'il existe en effet deux séries distinctes de sels de potassium, de sodium, etc., renfermant les uns 2 équivalents de potassium, les autres 1 équivalent de potassium et 1 équivalent d'hydrogène; les uns et les autres constituant des molécules uniques et définies. Or les conductibilités montrent que les sels de la seconde série dans les dissolutions n'existent qu'à l'état de dissociation partielle en acide libre et sel neutre : résultat que la Thermochimie d'ailleurs avait déjà mis en évidence. Il en résulte que, si on les additionne de quantités d'eau croissantes, leurs conductibilités moléculaires varient incessamment suivant des proportions différentes de celles des simples mélanges ou bien encore de celles des sels neutres à molécule stable, et croissent plus rapidement que ces dernières.

» L'une des conséquences les plus remarquables de l'existence des sels acides dissous se manifeste dans l'étude des conductibilités de tels sels formés par les acides bibasiques isomères. Je rappellerai en effet que j'ai établi précédemment (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 46-48) que, tandis que les conductibilités sont les mêmes pour les sels neutres isomères, elles varient autrement pour les sels acides correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réaction des dérivés oxyalkylés de la diméthylaniline.* Note de M. ÉDOUARD GRIMAUX, présentée par M. Schützenberger.

« On sait que M. Lauth a, le premier, préparé la diméthylaniline et l'a employée dès 1862 pour l'obtention de matières colorantes. Depuis cette époque, la diméthylaniline a été l'objet d'un grand nombre de travaux et a pris une importance scientifique et industrielle considérable. On a en outre étudié les homologues de cette base, les diméthyltoluidines par exemple, et cherché à établir l'influence des radicaux alcooliques CH^3, C^2H^5 sur la production et la nature des matières colorantes formées.

» Dans le présent travail, j'ai essayé d'établir le rôle des groupements oxyalcooliques, comme l'oxyméthyle OCH^3, l'oxyéthyle OC^2H^5, substitués dans le noyau C^6H^5 de la diméthylaniline, et de rechercher en même temps la différence de réaction des bases suivant la place qu'occuperaient ces groupes relativement à $Az(CH^3)^2$. A cet effet, j'ai étudié les bases *méta* et *ortho*, représentées par les formules suivantes, dans lesquelles R est du méthyle ou de l'éthyle :



Base méta. Base ortho.

» BASE MÉTA. — Comme type de base méta, j'ai pris la diméthylaniline oxyéthylée ou diméthylmétaphénétidine, décrite par M. Ph. Wagner, mais je me suis assuré que la base oxyméthylée se comporte de la même façon.

» *Action de* $COCl^2$. — Quand on fait réagir sur cette base le chlorure de carbonyle en présence de chlorure d'aluminium, il se forme une matière colorante d'un beau bleu, tandis que, dans les mêmes conditions, la diméthylaniline fournit le violet cristallisé. Purifiée par les procédés ordinaires, cette matière possède un grand pouvoir tinctorial; elle teint en un bleu très pur et très beau la soie, la laine et le coton mordancé au tannin.

» Ce bleu chauffé à 100° avec l'acide sulfurique se détruit et se transforme en une matière rouge, fluorescente, présentant peu d'éclat et ressemblant à la couleur qu'on obtient en chauffant le diméthyle métamidophénol avec des agents déshydratants.

» Quoique ce bleu n'ait pas été analysé, son mode de formation, analogue à celui du violet cristallisé, doit le faire regarder comme un dérivé hexaméthylé et trioxéthylé de la fuchsine, de la formule

$$CCl\left[C^6H^3 \begin{matrix} \diagup Az(CH^3)^2 \\ \diagdown OC^2H^5 \end{matrix}\right]^3$$

» On voit que l'introduction des groupes OC^2H^5 dans le violet hexaméthylé le fait passer à la couleur bleue. M. Hofmann a déjà signalé l'influence de l'introduction de groupes oxyalcooliques dans les radicaux phénylés de la fuchsine, en décrivant la fuchsine hexaméthoxylée obtenue au moyen de l'acide eupittonique et qui est une belle matière colorante bleue.

» *Dérivé nitrosé.* — La base méta fournit un dérivé nitrosé qui se comporte dans la plupart des réactions comme le nitrosodiméthylaniline. Il donne des oxazines avec l'acide gallique, le tannin, le pyrogallol, l'orcine, la résorcine, etc., des eurhodines avec les méta-diamines, un indophénol avec l'α-naphtol, mais il en diffère en ce qu'il ne donne pas avec le β-naphtol de bleu analogue au bleu de Meldola, et qu'il ne fournit pas de dérivé comparable au bleu de méthylène par les divers procédés qui permettent d'obtenir celui-ci au moyen de la nitroso-diméthylaniline.

» La base méta a encore été soumise à divers réactifs pour la comparer à la base ortho; elle a donné les résultats suivants :

» 1° Avec l'anhydride phtalique seul, aucune réaction; en présence de chlorure de zinc ou d'acide sulfurique, formation d'une couleur rouge fluorescente, qui paraît identique à la rhodamine;

» Dans cette réaction et dans quelques autres le groupe OC^2H^5 de la base méta paraît être transformé en OH et l'on observe alors la réaction du diméthylmétaamidophénol;

» 2° Avec l'acide arsénique à 175°, couleur rose qui ne paraît pas un produit d'oxydation, mais résulte de la formation, puis de la condensation de diméthylamidophénol;

» 3° Avec le chlorure de phtalyle, production d'une matière verte, ressemblant au vert phtalique dérivé de la diméthylaniline;

» 4° Chauffée avec le chlorure de l'acide diméthylmétaamidobenzoïque $C^6H^4 \begin{cases} Az(CH^3)^2 \\ COCl \end{cases}$, elle donne une matière colorante d'un beau bleu;

» 5° Elle se colore en rose quand on la chauffe avec du chloroforme et de la soude;

» 6° Chauffée doucement avec le chlorure phénylsulfureux, elle donne lieu à une réaction violente, avec formation passagère d'un corps bleu qui passe rapidement au jaune;

» 7° Avec l'aldéhyde benzoïque et le chlorure de zinc, avec le phénylchloroforme on observe de même la formation de matières colorantes.

» Base ortho. — La base ortho sur laquelle les expériences ont été faites est l'ortho-anisidine diméthyle bouillant à 210°-212°. Elle se comporte tout autrement que la base méta; elle ne donne aucune matière colorante avec l'oxychlorure de carbone, l'anhydride phtalique, le chloroforme et la soude, l'aldéhyde benzoïque, le phénylchloroforme. Avec l'azotite de soude elle ne fournit pas de dérivé nitrosé, comparable à la nitrosodiméthylaniline. Par là elle se rapproche de la diméthylorthotoluidine qui ne donne pas de dérivé nitrosé et ne réagit pas avec l'aldéhyde benzoïque.

» La base ortho, en réagissant sur l'acide arsénique à 175° ou sur le chlorure phénylsulfureux, donne une belle couleur bleue qui se produit également quand on chauffe son chlorhydrate seul à 175°-180°. Par cet ordre de réactions, elle est comparable à la diméthylaniline qui, oxydée, donne le violet de Paris; ici encore on voit l'influence d'un groupe oxyalcoolique sur la nature de la couleur produite.

» Ni la base méta, ni la base ortho ne donnent de couleurs par le chlorure de cuivre, qui transforme si facilement la diméthylaniline en violet de Paris.

» De ces recherches, il ressort non seulement que l'introduction d'un groupe OR dans la diméthylaniline modifie ses aptitudes réactionnelles et influe sur la nature de la couleur formée; mais encore qu'il y a une très grande différence dans la façon de réagir des diméthylanilines oxyalkyles suivant que le groupe OR occupe une position ortho ou une position méta relativement au groupe $Az(CH^3)^2$.

» Nous avons commencé, M. Lefèvre et moi, l'étude des dérivés nitrés des bases ortho et méta; nous avons obtenu plusieurs dérivés nouveaux que nous aurons l'honneur de faire connaître prochainement à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lévosine, nouveau principe immédiat des céréales*. Note de M. C. TANRET.

« Au cours de recherches entreprises l'été dernier sur la maturation du seigle, j'ai réussi à isoler un des hydrates de carbone que les comptes rendus d'analyses englobent sous le terme générique de dextrines. C'est un principe bien défini, que j'ai retrouvé dans l'orge et le blé. Il tourne à gauche le plan de polarisation, d'où le nom de *lévosine* que je propose de lui donner.

» *Préparation*. — Le seigle moulu est épuisé par de l'alcool à 50° et la colature additionnée ensuite de 2 volumes d'alcool à 94°, qui en précipite une assez grande quantité de gomme. Après décantation, on distille, et dans le résidu de la distillation on verse de l'eau de baryte, jusqu'à ce qu'une nouvelle affusion n'y détermine plus qu'un précipité qui se redissout immédiatement. A ce moment on filtre, et dans la liqueur ainsi déféquée on verse de nouveau un grand excès d'eau de baryte concentrée et chaude, jusqu'à formation d'un précipité stable. Quand la liqueur est refroidie, on recueille ce précipité, on le lave à l'eau de baryte froide, puis on le décompose par l'acide carbonique. On sépare à chaud le carbonate de baryte, et par évaporation on obtient la lévosine, mais contenant de 0,50 à 1 pour 100 de baryte. Pour la purifier, on la redissout dans le moins possible d'alcool à 60°, on y ajoute de l'acide sulfurique étendu en quantité strictement nécessaire, puis on la précipite par un excès d'alcool à 95°. Il n'y a plus qu'à la reprendre par l'eau, filtrer et évaporer.

» *Composition*. — La composition de la lévosine, desséchée à 110°, peut être représentée par les formules $C^{48}H^{40}O^{40}$ ou $(C^{12}H^{10}O^{10})^4$. Elle a donné, en effet, à l'analyse, les mêmes chiffres que l'amidon et la dextrine, et, d'autre part, l'application de la méthode de Raoult à la recherche de son poids moléculaire a conduit, pour ce dernier, au chiffre 652, alors que $(C^{12}H^{10}O^{10})^4$ vaut 648.

» Le produit anhydre exposé à l'air reprend 11 pour 100 de son poids d'eau, ce qui donne pour la lévosine hydratée $(C^{12}H^{10}O^{10}, H^2O^2)^4$.

» *Propriétés physiques*. — La lévosine est un corps blanc, amorphe et à peu près insipide. Elle se dissout dans l'eau en toutes proportions. Très soluble dans l'alcool faible, elle ne l'est plus qu'à peine dans l'alcool à 95°. Elle se ramollit à 145°, mais ne fond nettement que vers 160°. Sa densité est de 1,62. Elle est lévogyre : $[\alpha_D] = -36°$, et son pouvoir rotatoire ne varie pas avec la durée de la dissolution, non plus que sous l'influence de la température.

» *Propriétés chimiques.* — La lévosine ne réduit pas la liqueur de Fehling et ne fermente pas avec la levure de bière. La diastase est aussi sans action sur elle. La lévosine s'hydrate sous l'influence des acides très étendus avec la même rapidité que le sucre de canne. Il a même suffi de la chauffer en tube scellé avec de l'eau distillée à 100°, pendant quatre-vingts heures, pour obtenir le même résultat. Son pouvoir rotatoire a alors augmenté d'un peu plus du double et il s'est formé une matière sucrée ($[a_D] = -76°$), d'où, en passant par le lévuloside de chaux, on a pu retirer du lévulose dans une proportion voisine des trois quarts, le reste du mélange sucré étant constitué par un glucose très faiblement dextrogyre.

» La lévosine n'est pas attaquée par les solutions alcalines, même bouillantes. Elle forme avec les bases des combinaisons dont quelques-unes ont été analysées.

» Le composé $C^{48}H^{36}Ba^4O^{40}$ se produit quand on verse dans de l'eau de baryte une solution de lévosine. Il est insoluble dans un excès d'eau de baryte, et l'eau pure le dissocie en un autre composé peu soluble à froid $C^{48}H^{38}Ba^2O^{40}$. Mais si dans une solution de lévosine contenant des sucres on verse de l'eau de baryte, le précipité se redissout tant que ceux-ci n'ont pas fixé une quantité déterminée de base, le glucose, par exemple, équivalent pour équivalent. C'est sur cette formation du composé insoluble de lévosine et de baryte que repose, on l'a vu, le mode de préparation de la lévosine qui, dans les céréales, se trouve toujours accompagnée d'assez grandes quantités de sucres.

» La chaux précipite aussi la lévosine, mais le composé $C^{48}H^{38}Ca^2O^{40}$ a été seul analysé. On l'obtient en dissolvant de la chaux dans une solution étendue de lévosine, jusqu'à commencement de trouble stable, puis en précipitant par l'alcool faible.

» La lévosine ne précipite ni l'acétate neutre ni l'acétate basique de plomb; mais en présence d'alcool elle donne avec ce dernier un précipité qui a pour formule $C^{48}H^{36}Pb^4O^{40}$. Avec l'acétate de plomb ammoniacal, on obtient le composé insoluble $C^{48}H^{34}Pb^6O^{40}$.

» En même temps que polyglucoside, la lévosine est alcool polyatomique. En effet, chauffée avec de l'acide acétique anhydre et de l'acétate de soude bien sec, elle a donné un éther triacétique $[C^{12}H^4O^4(C^4H^4O^4)^3]^4$, très difficilement saponifiable, mais d'où cependant la lévosine a pu être retirée inaltérée. Si l'on remplace l'acétate de soude par le chlorure de zinc, on obtient un éther tétracétique $[C^{12}H^2O^2(C^4H^4O^4)^4]^4$.

» Dissoute à froid dans l'acide nitrique fumant, la lévosine a donné par

précipitation par l'acide sulfurique un produit légèrement explosif, dont la composition répond à un mélange d'éthers di et trinitriques.

» La lévosine ne se colore pas par l'iode. Autre caractère négatif à noter, l'acide nitrique la change en acide oxalique sans formation intermédiaire d'acide mucique.

» La lévosine a été trouvée dans les grains du seigle, de l'orge et du blé. Les premiers en ont donné environ 3 pour 1000 le 25 juin, 4 le 15 juillet et 7 à la maturité complète, soit un rendement constant d'un peu plus de 8gr rapporté à 1000 de matière sèche.

» Du blé vert examiné le 9 juillet, à peu près dans le même état de développement que le seigle du 25 juin, a donné la même quantité de lévosine que ce dernier. Mûr il n'en contient plus guère que 2gr.

» Dans l'orge, la variation de la lévosine est encore plus grande. Ainsi, les grains verts en ont donné le 18 juillet 7 pour 1000 (équivalant à 20 pour 1000 de matière sèche). Or, on n'en retire même plus 1 pour 1000 des grains mûrs.

» Dans l'avoine, verte ou mûre, on n'a pas rencontré de lévosine. Sa présence n'a pu également être constatée dans le maïs mûr. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la quantité d'oxygène contenue dans le sang des animaux des hauts plateaux de l'Amérique du Sud.* Note de M. **Viault**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai montré, dans une précédente Communication, l'influence que le séjour dans l'atmosphère raréfiée des hautes montagnes exerce sur la richesse globulaire du sang de l'homme et des animaux vivant sur les hauts plateaux du Pérou, et j'ai fait voir qu'un des premiers phénomènes produits, sur l'organisme de l'homme des bas niveaux qui va vivre aux grandes altitudes, est une augmentation considérable du nombre des globules rouges du sang.

» Je présente, aujourd'hui, à l'Académie le résultat des analyses des gaz du sang que j'ai pratiquées sur les sommets des Andes, au moyen de la pompe à mercure (1).

---

(1) Il n'était pas facile, on le comprendra, de transporter, à des milliers de lieues de France, à l'altitude de 4500m, dans un pays sans routes et à travers d'innombrables précipices, un appareil aussi encombrant et aussi fragile que la pompe à mercure des physiologistes. J'y suis cependant parvenu, grâce à l'ingénieuse disposition donnée à l'appareil par mon savant collègue le professeur Jolyet.

» Ces analyses ont été effectuées sur place, à la mine de Morococha (4392^m) et à Chicla, localité située à l'altitude de La Paz (3724^m), elles n'avaient jamais, jusqu'alors, été pratiquées dans ces conditions.

» Avant d'exposer le résultat de mes expériences, je dois rappeler l'état de la question sur ce point de Physiologie. Dans une Note lue à l'Institut et à la Société de Biologie en 1882, P. Bert a fait connaître le résultat d'analyses pratiquées à Paris sur la capacité respiratoire de divers échantillons de sang qui lui furent envoyés de La Paz. Comparant les chiffres obtenus à ceux que fournit l'étude de la capacité respiratoire du sang des herbivores de nos pays, il conclut que le sang des animaux vivant sur les hauteurs possède une capacité respiratoire considérable, pouvant s'élever à 21 volumes d'oxygène pour 100 volumes de sang, tandis que celle de nos herbivores ne serait que de 10 à 12 pour 100. Il y a eu évidemment une cause de variation inexpliquée, dans les expériences qui ont amené P. Bert à ce dernier chiffre, car la capacité respiratoire du sang de nos herbivores n'est pas de 10 à 12, mais de 16 pour le cochon d'Inde, de 16 à 18 pour le mouton (Jolyet, Quinquaud), de 23 pour le bœuf et le cheval (Quinquaud), de 29 même pour l'âne (Quinquaud), etc. En un mot, contrairement à ce qui avait été avancé, le sang des animaux des hauts plateaux, examiné au point de vue de sa capacité maxima d'absorption pour l'oxygène, ne paraît pas différer notablement du sang de nos animaux des bas niveaux.

» Mais cette notion de la quantité maxima d'oxygène que peut absorber le sang, par une agitation énergique avec de l'air, ne préjuge rien pour la question des gaz existants dans le sang chez l'animal vivant, aux diverses pressions auxquelles cet animal peut être soumis, puisque, lorsqu'on place l'animal dans les cloches à décompression, la proportion d'oxygène qui est de 18 pour 100 à 21 pour 100 chez le chien, à la pression de 760^{mm}, tombe à 12 pour 100 ou 13 pour 100 à la pression de 450^{mm}. Le chien est donc ainsi rendu brusquement *anoxyhémique*. Si on le ramène à la pression normale, l'oxygène revient à son chiffre primitif.

» Voilà ce qu'enseignent les expériences maintes fois répétées dans les cloches de la Sorbonne. Mais l'animal des hauteurs, vivant dans une atmosphère à la pression de 450^{mm} et acclimaté à ce séjour, se comporte-t-il comme l'animal des bas niveaux brusquement et momentanément décomprimé, ainsi que le voudraient à la fois la théorie et les expériences en cloche? Personne n'a encore répondu à cette question par des preuves expérimentales, et la théorie si ingénieuse et si séduisante du vénérable et éminent observateur le Dr Jourdanet, malgré l'appui que paraissaient lui

avoir apporté les recherches de P. Bert, manquait cependant de certitude aux yeux de beaucoup de pathologistes. Il n'y avait qu'un moyen de résoudre le problème, c'est de pratiquer, comme je l'ai fait, des analyses des gaz avec le sang pris sur l'animal vivant, aux altitudes mêmes où vit l'animal. Voici les chiffres fournis par les expériences, malheureusement peu nombreuses, que j'ai pu faire durant mon séjour dans la Cordillère :

» I. Le 18 octobre, à la mine de Morococha (4392^m; hauteur barométrique = 450^{mm}), l'extraction par la pompe des gaz contenus dans 15^{gr} de sang artériel de mouton me donne après réduction des chiffres à 0° et 760^{mm} :

A. Oxygène .... 13^{cc},16 pour 100.

» II. Même date. Le sang d'un second mouton me donne :

B. Oxygène .... 13^{cc},30 pour 100.

» La capacité respiratoire maxima de ce second sang déterminée sur place, à la pompe, était de 17^{cc},05 pour 100.

» III. Le 10 novembre à Chicla (3724^m; pression = 485^{mm}), l'extraction par la pompe des gaz contenus dans 15^{gr} de sang pris dans l'artère crurale d'un chien me fournit, après réduction à 0° et 760^{mm} :

C. Oxygène .... 18^{cc},26 pour 100.

» Les sangs A et C recueillis dans des flacons et analysés à Bordeaux, dans le laboratoire du professeur Jolyet, possédaient la capacité respiratoire maxima suivante déterminée par le dosage du fer de l'hémoglobine :

Le sang A. Mouton..........	16 pour 100
Le sang B. Mouton..........	17 pour 100 (par la pompe)
Le sang C. Chien............	25 pour 100.

» Les résultats de ces premières expériences se trouvent confirmés par des expériences pratiquées, les vacances dernières, à l'Observatoire du Pic du Midi (2877^m, environ l'altitude de Quito), et que je ferai connaître ultérieurement. Or, tous ces résultats, aussi bien que ceux de ma précédente Communication sur les globules du sang, concourent à démontrer ce fait, que la proportion d'oxygène contenue dans le sang des animaux et de l'homme vivant dans l'air raréfié des hautes montagnes (qu'ils y soient indigènes ou simplement acclimatés), est sensiblement la même que celle qui est contenue dans le sang de l'homme et des animaux vivant aux bas niveaux et que l'anoxyhémie, au moins comme état physiologique chronique, n'existe pas [1].

[1]) Il va sans dire que je ne nie pas la possibilité de l'anémie pathologique chez les

» Ce résultat s'explique sans qu'il soit besoin d'admettre exclusivement, comme on l'avait fait, une augmentation considérable de la capacité respiratoire du sang pour les animaux des altitudes et, par suite, l'existence d'une plus forte proportion d'hémoglobine dans leur sang (augmentation qui existe, d'ailleurs, mais dans des limites modérées, comme me l'ont montré les examens colorimétriques du sang que j'ai pratiqués). Ce résultat s'explique, dis-je, par le fait de la *division* plus grande de l'hémoglobine, répartie, comme je l'ai montré, en un nombre beaucoup plus considérable de globules, offrant par conséquent une surface plus grande d'oxygénation. On comprend ainsi que le Lama, avec une capacité respiratoire maxima équivalente à peine à celle du bœuf ou du cheval, mais avec une richesse globulaire de 16 millions de globules par millimètre cube, soit l'animal par excellence des grandes altitudes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'enrichissement du sang en hémoglobine, suivant les conditions d'existence.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. Duclaux.

« P. Bert [1] a montré que le pouvoir absorbant du sang pour l'oxygène diminue sous l'influence de la dépression. Lorsqu'on se transporte sur les hautes montagnes, où la pression atmosphérique est plus faible, la combinaison oxyhémoglobique tend donc à subir une dissociation progressive, et les fonctions respiratoires ne s'exercent plus avec la même activité. D'accord avec M. Jourdanet, il a admis que le mal de montagnes est dû à cet état du sang insuffisamment oxygéné.

» Cependant, le séjour prolongé sur les hauts lieux, surtout lorsque plusieurs générations successives se sont écoulées, semble produire une acclimatation qui fait disparaître les effets de la dépression sur l'organisme animal. P. Bert a attribué cette acclimatation à l'augmentation du pouvoir absorbant du sang pour l'oxygène. Il a, en effet, constaté que le sang des herbivores vivant en permanence sur les hautes montagnes est plus riche en hémoglobine que celui des espèces similaires habitant les plaines, et a

---

habitants des montagnes, ni même l'existence d'un état passager d'anoxyhémie (jusqu'à l'acquisition de l'acclimatement par l'hyperglobulie) chez les individus, même bien portants, brusquement transportés à de grandes altitudes.

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 805.

été amené à conclure à une modification, que le sang finit par éprouver dans sa constitution, sous l'influence des différences de la tension de l'oxygène, l'enrichissement en hémoglobine pouvant ainsi compenser la raréfaction de l'air et maintenir l'équilibre dans les fonctions respiratoires.

» Dans le but de contrôler les résultats des expériences de P. Bert, et d'examiner si une longue suite de générations est nécessaire pour produire cette modification, j'ai transporté, au mois d'août 1883, sur le sommet du Pic du Midi, à 2877^{m} d'altitude, où la pression barométrique est voisine de 540^{mm}, des lapins pris dans la plaine et qui appartenaient au type vulgaire du lapin de garenne. Ils ont paru acclimatés dès le premier jour, cherchant leur nourriture sur les maigres gazons de ce haut sommet, sans s'éloigner de plus de 200^{m} à 300^{m} de l'Observatoire, où ils revenaient généralement le soir, et où on leur distribuait un peu d'avoine et des épluchures de légumes. Ils se sont reproduits normalement. Au mois d'août 1890 j'ai sacrifié les lapins nés au Pic, après plusieurs générations, des parents qui y avaient été installés sept années auparavant, et j'ai examiné leur sang comparativement avec celui des lapins vivant dans les plaines.

» Quelques modifications s'étaient produites dans les caractères extérieurs des lapins du Pic du Midi. La taille s'était légèrement rapetissée, les oreilles étaient moins développées, et la fourrure, de nuance plus claire, était extraordinairement épaisse. Y a-t-il là des indices d'une modification due à l'influence d'un milieu semblable à celui des régions polaires? C'est une question que je ne cherche pas à résoudre ici.

» L'examen du sang, effectué à Paris, dans les mêmes conditions de pression et de température, a donné les résultats suivants :

	Densité.	Matières fixes pour 100.	Fer métallique pour 100^{gr} de sang.	Oxygène absorbé par 100^{gr} de sang.
			mgr	cc
Lapins du Pic (moy.).........	1060,1	21,88	70,2	17,28
Lapins de la plaine (moy.)....	1046,2	15,75	40,3	9,56

» On peut conclure de ces résultats que, lorsque les animaux vivent à une grande altitude, c'est-à-dire dans un milieu où la tension de l'oxygène est notablement amoindrie, leur sang s'enrichit en hémoglobine, comme le montrent l'augmentation des matières fixes et surtout celle du fer; il acquiert par suite, pour l'oxygène, un plus grand pouvoir absorbant, pouvant compenser l'effet de la raréfaction de l'air.

» Un séjour de sept ans, comprenant plusieurs générations de lapins, a donc suffi pour effectuer cet enrichissement du sang.

» Mais une aussi longue durée ne paraît pas nécessaire : ce qui me le fait penser, c'est l'examen du sang de moutons pâturant sur les flancs du Pic du Midi, entre 2300^{m} et 2700^{m} d'altitude, mais nés dans la vallée et transportés sur la montagne seulement depuis six semaines. Leur sang a été comparé à celui de moutons élevés et nourris dans la plaine :

	Densité.	Matières fixes pour 100.	Fer métallique pour 100^{gr} de sang.	Oxygène absorbé par 100^{gr} de sang.
			mgr	cc
Moutons de la montagne (moy.).	1053,2	18,19	60,4	17,47
Moutons de la plaine (moy.) ..	1038,0	13,58	32,5	7,32

» L'enrichissement du sang, qui permet aux fonctions respiratoires de s'effectuer avec la même intensité aux grandes altitudes, où la tension de l'oxygène est faible, paraît donc s'accomplir en un temps très court et n'est pas un phénomène comparable aux modifications lentes que le séjour continu dans un milieu anormal peut déterminer, après des générations successives, dans les espèces animales. Des recherches récentes de M. Viault ([1]) ont montré l'augmentation du nombre des globules du sang lorsqu'on se transporte sur les hautes montagnes ; elles conduisent aux mêmes conclusions.

» L'aptitude du sang à se modifier, suivant les besoins de l'organisme animal, ne se manifeste pas seulement dans les conditions où la tension de l'oxygène diminue, mais aussi dans celles où les matériaux alimentaires sont introduits en excès dans la circulation, et où, par suite, une plus grande activité respiratoire est nécessaire. Tel est le cas des animaux soumis à l'engraissement intensif. Les nombreuses observations que j'ai faites sur les sujets primés au Concours général agricole du Palais de l'Industrie montrent que leur sang est beaucoup plus riche en hémoglobine, en substances fixes, en fer, que celui des animaux ordinaires. M. P. Regnard a, de son côté, constaté l'augmentation de la capacité respiratoire du sang des animaux gras :

	Densité.	Matières fixes pour 100.	Fer métallique pour 100^{gr} de sang.	Oxygène absorbé par 100^{gr} de sang.
			mgr	cc
Moutons primés (moyenne)....	1058,0	20,33	57,0	16,4
Moutons ordinaires (moyenne)..	1038,0	13,60	33,0	7,7

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 917.

» Le sang acquiert une capacité respiratoire plus grande lorsque l'afflux alimentaire est plus abondant, aussi bien que lorsque l'oxygène est plus rare; dans les deux cas, il se modifie de manière à pouvoir fournir en suffisance l'oxygène nécessaire à l'accomplissement des fonctions vitales. »

ZOOLOGIE. — *Sur le bourgeonnement des larves d'* Astellium spongiforme *Gd. et sur la* Pœcilogonie *chez les Ascidies composées*. Note de M. A. GIARD.

« Le Diplosomien récemment étudié par A. Pizon ([1]), à Saint-Vaast-la-Hougue, est sans doute celui que S. Jourdain a observé antérieurement dans la même localité ([2]). Or il peut rester quelque doute sur l'identité de cette forme avec l'espèce que j'ai rencontrée à Roscoff et à Wimereux et que j'ai décrite sous le nom d'*Astellium spongiforme*. D'après S. Jourdain les orifices oraux ne seraient pas entiers, mais pourvus de six dents très courtes. Sans discuter ici la valeur du genre *Astellium*, je puis affirmer que l'*A. spongiforme*, bien étalé, a l'orifice buccal parfaitement arrondi et entier comme je l'ai dit, et comme l'a depuis confirmé Lahille. A l'état de demi-contraction ou sur les individus arrachés du cormus, les bandes musculaires longitudinales du siphon buccal peuvent donner l'illusion de six dents qui, en réalité, n'existent pas.

» La ressemblance des larves étudiées par A. Pizon avec celle que j'ai figurée, ne prouve pas grand'chose; les têtards des *Diplosomidæ* sont pour la plupart très semblables entre eux et présentent même une grande analogie avec les embryons de Pyrosomes, comme je l'ai établi dans ma Note sur la parenté des *Luciæ* et des *Diplosomidæ* ([3]). D'ailleurs, comme je l'ai rappelé dans cette Note, l'*A. spongiforme* type existe aussi à Saint-Vaast et de plus, cette question de l'identité du *Brevistellium* de S. Jourdain avec l'*Astellium*, n'a qu'une importance secondaire dans le débat soulevé par A. Pizon.

([1]) PIZON, *Sur la blastogénèse ehez les larves d'*Astellium spongiforme (*Comptes rendus*, 19 janvier 1891).

([2]) JOURDAIN, *Sur les Ascidies composées de la tribu des* Diplosomidæ (*Comptes rendus*, 15 juin 1885).

([3]) GIARD, *Sur l'embryogénie des Tuniciers du groupe des* Luciæ (*Comptes rendus*, 13 décembre 1875).

» J'ai représenté sur le têtard d'*Astellium,* récemment éclos, un oozoïte et un blastozoïte complets, plus un deuxième blastozoïte dont je n'ai pas figuré la branchie parce qu'elle n'existe qu'à l'état de bourgeon indifférencié, caché par le futur intestin, la masse brunâtre désignée par la lettre I^3 dans la figure citée par Pizon. Cette masse brunâtre, reste de l'endoderme primitif, a représenté successivement l'intestin primordial de l'oozoïte, puis du premier blastozoïte. Au stade figuré, elle représente l'intestin du deuxième blastozoïte, et elle représentera plus tard, jusqu'à épuisement, l'intestin des blastozoïtes successifs; de même que, dans tous les œufs à embryogénie condensée, les réserves deutoplasmiques représentent l'archentéron de l'embryon.

» Je n'ai dit nulle part, comme l'avance Pizon, que les cinq ou six blastozoïtes presque complètement développés que j'ai observés chez les larves fixées depuis sept ou huit heures dérivaient des tubes exodermiques. Je considérais autrefois ces prolongements comme devant servir ultérieurement à l'extension à distance de la colonie, et je leur donnais, pour ce motif, le nom de *tubes stoloniaux*. Mais la colonie étant, dans le début, composée d'une chaîne, l'animalcule le moins développé au moment de l'éclosion était, disais-je, « celui qui se trouve à droite et à la partie infé-
» rieure du têtard » dans la figure discutée.

» Il y a longtemps que Krohn et Metschnikoff pour les Botrylliens, Della Valle pour les Botrylliens et les *Reticulatæ*, ont relevé l'erreur que nous avions commise, H. Milne-Edwards et moi, en attribuant aux tubes exodermiques un rôle immédiat dans la cormogénèse. Toutefois, il ne me paraît pas encore suffisamment établi que ces organes ne contribuent en aucun moment à la production de nouveaux individus. En ce qui concerne les Diplosomiens, j'ai signalé, en 1872, le bourgeonnement direct, que j'ai appelé improprement *pylorique*, et qu'il vaut mieux désigner sous le nom de *bourgeon œsophagien*. Ce bourgeon correspond, comme je l'ai indiqué depuis pour *Distaplia*, à la cloison ovarienne (*tube épicardique* E. van Beneden) des Polycliniens ([1]). Pizon est d'accord avec moi sur ce point, puisqu'il fait naître le bourgeon œsophagien de la *membrane péribranchiale, près de la naissance de l'œsophage*.

» Mais il est un fait d'une importance capitale qui semble avoir complètement échappé à Pizon, c'est que chez les Synascidies la rapidité du dé-

---

([1]) A. Giard, *Sur deux Synascidies nouvelles pour les côtes de France* (*Comptes rendus*, 26 octobre 1886).

veloppement et le nombre des blastozoïtes produits par un même œuf dépend très souvent, dans une large mesure, des conditions éthologiques. J'ai insisté autrefois sur l'indépendance relative des divers rudiments de l'oozoïte et des blastozoïtes, et sur les variations que présente l'embryogénie des Ascidies composées suivant les conditions de milieu et les réserves nutritives mises à la disposition de l'embryon. Dans ses très intéressantes *Recherches sur les Tuniciers*, Lahille nous donne un nouvel exemple fort démonstratif de ces variations. Le *Leptoclinum Lacazii*, Giard (*Diplosomoides*, Lahille) présente des œufs de deux sortes qui peuvent se rencontrer dans un même cormus. Les uns, pauvres en vitellus nutritif, donnent de petites larves dont la queue se résorbe de très bonne heure et qui n'ont pas encore bourgeonné le troisième jour; les autres, riches en deutoplasme, produisent des larves qui nagent encore le quatrième jour et contiennent déjà, à ce moment, une colonie de trois individus, dont deux blastozoïtes pourvus de branchies; *au bout d'une douzaine d'heures, on a une colonie d'une dizaine de blastozoïtes*.

» Cette observation de Lahille confirme d'une façon éclatante mes indications d'il y a vingt ans. D'ailleurs le cas des Synascidies n'est pas isolé dans le règne animal.

» Schneider et Haeckel ont vu que, suivant les quantités de réserves nutritives contenues dans l'œuf, le scyphopolype d'*Aurelia aurita* L. donne naissance par bourgeonnement à une série d'*Ephyra* ou se transforme par hypogénèse en une seule *Ephyra* qui, d'abord fixée, devient nageuse en se métamorphosant en Méduse (*Ephyra pedunculata* Haeckel).

» L'*Ophiothrix fragilis* Müller, ainsi que je l'ai constaté, pond, suivant les conditions éthologiques, tantôt des œufs qui se transforment en un *pluteus* parfait, tantôt des *pluteus* imparfaits, tels que ceux étudiés par Apostolides, tantôt même des embryons incapables de nager, qui donnent une Ophiure par développement direct.

» Nous avons montré presque simultanément, Boas et moi, que chez *Palæmonetes varians* Leach la dimension et le nombre des œufs ainsi que la rapidité des métamorphoses varient suivant que l'animal vit dans les eaux saumâtres du Nord ou dans les lacs d'eau douce du Midi.

» Enfin, Portschinski a découvert que *Musca corvina* présente des œufs et des larves complètement différents aux environs de Saint-Pétersbourg et dans le sud de la Russie.

» Je propose de donner le nom de *pœcilogonie* à cette particularité que possèdent certains animaux d'offrir des processus embryogéniques plus ou

moins condensés, suivant les conditions éthologiques où vivent les parents et les réserves nutritives accumulées dans l'œuf. L'étude des espèces *pœcilogones* est des plus importantes pour l'Embryogénie comparée, puisqu'elle nous permet de comprendre de quelle façon des types voisins ont pu passer d'une évolution dilatée à un développement plus ou moins condensé. Certains exemples, faussement rattachés aux générations alternantes ou à l'hétérogonie (développement des Trématodes, de *Leptodora hyalina*, etc.), reçoivent aussi une vive lumière si on les rapproche des formes pœcilogones dont ils constituent un cas limite compliqué de progénèse. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'anatomie du* Corambe testudinaria. Note de M. H. **Fischer**, présentée par M. Ranvier.

« Le Nudibranche que j'ai décrit sous le nom de *Corambe testudinaria* [1] est un mollusque de petite taille (3^{mm} de long) que l'on trouve en abondance dans le bassin d'Arcachon, sur les Zostères incrustés de Membranipores; il paraît très voisin du *Corambe sargassicola* R. Bergh, de la mer des Sargasses, et du *Corambe batava* Kerbert, du Zuyderzée. Les recherches anatomiques que j'ai entreprises sur cet animal dans le but de déterminer ses affinités avec les autres Nudibranches m'ont conduit aux résultats suivants :

» Le notæum déborde le pied de toutes parts; il est percé de deux ouvertures laissant passer les rhinophores rétractiles, et présente en arrière une échancrure médiane. Les branchies sont situées dans la région postérieure, à droite et à gauche, et attachées sous le notæum.

» Le tube digestif comprend les parties suivantes : 1° le bulbe buccal qui reçoit les canaux d'une paire de glandes salivaires et contient une radule dépourvue de dent centrale, portant de chaque côté une grande dent latérale et quatre petites dents marginales; 2° l'œsophage; 3° l'estomac, où s'ouvre largement le canal excréteur d'un foie à lobes non disjoints, ne se prolongeant pas dans les branchies ni dans le notæum; 4° l'intestin qui s'étend en ligne droite jusqu'à l'anus situé sur la ligne médiane, au-dessous du notæum et entre les branchies.

» Le système nerveux n'est pas très condensé : les ganglions cérébroïdes

(1) *Bulletin de la Société zoologique de France*, t. XIV; 1889.

et palléaux, assez intimement soudés, sont distincts des ganglions pédieux. Il existe un ganglion optique uni à l'œil par un nerf optique assez long. Chaque ganglion olfactif est porté sur un pédoncule relativement court. Les otocystes sessiles sont attachés au-dessous des ganglions cérébroïdes. J'ai constaté la présence de cinq commissures sous-œsophagiennes : la commissure buccale, portant les ganglions buccaux rattachés à des ganglions supra-buccaux, et la commissure cérébroïde inférieure unissent les ganglions cérébroïdes; la commissure viscérale, présentant du côté droit un renflement qui est le ganglion viscéral, unit les ganglions palléaux; la commissure pédieuse et la commissure pédieuse postérieure unissent les ganglions pédieux.

» La glande génitale est constituée par des acini mâles et des acini femelles; son conduit excréteur, renflé vers le milieu en forme d'ampoule, donne en se divisant l'oviducte et le canal déférent. Celui-ci traverse dans toute sa longueur le pénis, qui est rétractile dans une gaine. L'oviducte se réunit à un petit canal provenant de la poche copulatrice, puis se rend dans la glande albuminipare qui communique par deux canaux avec la glande de la glaire, laquelle s'ouvre à l'extérieur par l'orifice femelle.

» La poche copulatrice unique, arrondie, communique avec le dehors par l'intermédiaire du canal copulateur; celui-ci se réunit à la gaine du pénis pour former le vestibule génital qui s'ouvre au-dessus de l'orifice femelle.

» Le rein est un sac allongé dont l'orifice extérieur se trouve au-dessus de l'anus; de sa région antérieure part le canal réno-péricardique, qui s'ouvre par un entonnoir cilié dans la cavité du péricarde.

» La circulation se fait de la manière suivante : le sang, lancé par l'aorte dans les lacunes du corps, se rassemble entre les lobes du foie, passe au-dessous du rein en subissant la dépuration urinaire, puis s'engage dans une veine médiane qui se divise en deux canaux se rendant aux branchies; le sang hématosé revient à l'oreillette par les vaisseaux efférents branchiaux. Une autre partie du sang passe des lacunes dans le notæum, s'y hématose comme dans les branchies et revient à l'oreillette par deux vaisseaux latéraux. Une glande hématique existe en arrière du système nerveux.

» Parmi les faits histologiques qui m'ont semblé intéressants, je citerai les suivants : le canal déférent, la glande albuminipare et la glande de la glaire présentent des exemples d'épithélium glandulaire formé par une seule couche de cellules dont les unes sont simplement ciliées, les autres

caliciformes et sécrétrices. J'ai rencontré dans l'oreillette et dans les muscles de la radule des fibres striées transversalement. Le notæum renferme des cellules conjonctives dont les prolongements ondulés courent parallèlement et réunissent les deux faces de cet organe; les cellules épithéliales sécrètent une cuticule épaisse qui peut se détacher en partie, suivant un processus analogue à celui de la mue. Les terminaisons nerveuses connues sous le nom de *cellules de Flemming* se rencontrent fréquemment dans le notæum.

» L'embryon présente au moment de l'éclosion le corps pigmenté décrit chez la Philine par de Lacaze-Duthiers et Pruvot sous le nom d'*œil anal*. J'ignore si cet organe larvaire a quelque rapport avec une glande postérieure médiane en cul-de-sac que l'on trouve chez l'adulte au-dessus du pore urinaire, c'est-à-dire non loin de l'anus : dans ce cas, ces deux formations seraient comparables à l'organe de de Lacaze-Duthiers des Pulmonés, car cet auteur admet que l'œil anal des Philines en est l'équivalent morphologique.

» Les caractères anatomiques (notæum, radule sans dent médiane, absence de mâchoires, foie compact, anus médian, ganglions olfactifs courtement pédonculés, ganglion viscéral, glande hématique) éloignent pour la plupart le *Corambe* des Polybranches (*Æolis*) et le rapprochent, au contraire, des Anthobranches (*Doris, Goniodoris*); toutefois un certain nombre de ces caractères appartiennent également aux *Phyllidiidæ*, dont les branchies ont une disposition qui rappelle celle qu'on observe chez le *Corambe*. Les autres Inférobranches (*Pleurophyllidiidæ*) s'éloignent beaucoup du *Corambe*. Un certain nombre de caractères anatomiques (échancrure du notæum, forme des branchies) sont spéciaux à ce genre.

» En résumé, le *Corambe* doit être placé dans une famille spéciale qui a beaucoup d'affinités avec les Anthobranches et se rapproche aussi des *Phyllidiidæ*. Ce résultat, que R. Bergh avait soupçonné par l'étude des caractères extérieurs, se trouve donc bien établi par les faits anatomiques. Cette famille s'éloigne complètement des *Pleurophyllidiidæ*, des Polybranches et des Pellibranches.

» A côté du *Corambe* il faut probablement placer dans cette famille deux formes qui me paraissent, autant qu'on en peut juger par des descriptions très insuffisantes, génériquement très voisines, sinon identiques : le *Doridella obscura* Verrill, long de 7^{mm}, des côtes orientales de l'Amérique du Nord, et l'*Hypobranchiæa fusca* Adams, de la mer Jaune, atteignant 15^{cm} de long. Ce dernier genre est le plus anciennement décrit (1847) et doit

donner son nom à la famille, ainsi que le Dr P. Fischer l'a déjà proposé. On voit que cette famille des *Hypobranchiœidæ* présente une aire de distribution très vaste (Amérique du Nord, mer des Sargasses, golfe de Gascogne, mer du Nord, mer Jaune). »

ZOOLOGIE. — *Les Acridiens* (Acridium peregrinum, *Oliv.*) *dans l'extrême Sud algérien. Les populations acridophages.* Note de M. **J. Kunckel d'Herculais.**

« Les dépêches transmises par l'autorité militaire annoncent que de nombreux vols de Criquets nomades ou pèlerins (*Acridium peregrinum*, Oliv.) commencent à envahir l'extrême sud de l'Algérie. Du 15 au 22 décembre 1890, des vols venant du sud-ouest, c'est-à-dire de l'Aouguerout et des pays voisins, où ils ont commis de grands ravages, se sont abattus sur le territoire du cercle de Ghardaia, dans la région du sud-est comprise entre les postes d'El-Golea et de Ouargla, ainsi qu'au sud de Tougourt et d'El-Oued. Depuis lors, les uns se sont avancés vers Ouargla, qu'ils ont déjà dépassé; d'autres se sont dirigés vers la Tripolitaine. Une caravane de Meharza a apporté à Géryville la nouvelle que toute la région du Touat et du Gourara a été parcourue par des vols de ces Acridiens; ceux-ci ont d'abord poussé leurs incursions jusqu'à la lisière nord de l'Areg, qu'ils couvrent entièrement; puis ils se sont avancés dans la Hamoda, au sud de Géryville, où ils occupent actuellement un espace carré de trois journées de marche; ils remontent vers le nord.

» Ces Criquets sont ordinairement revêtus de teintes jaunes, ainsi que le rapportent tous les témoins des invasions et que le prouvent les descriptions et les figures. Olivier et Audinet-Serville ont signalé une variété rouge jaunâtre; tous les exemplaires vivants, morts ou préparés que j'ai entre les mains, qu'ils proviennent de l'extrême Sud, des départements de Constantine, d'Alger ou d'Oran, appartiennent sans exception à une variété superbe dont toutes les colorations jaunes sont remplacées par de belles nuances rouge carminé très foncé, passant au rose sur les ailes inférieures et les pattes. A quoi tient cette différence de coloration des pigments, portant sur des milliers d'individus? Les générations qui se développent dans les régions septentrionales par rapport à l'habitat normal y perdent-elles leur teinte primitive? Il est impossible de répondre actuellement.

» Ces Criquets pèlerins n'ont causé jusqu'ici que peu de dégâts, les dattes étant récoltées et les céréales n'étant pas sorties de terre ; la pépinière de Bou-Amem (Ouargla) seule aurait subi quelques dommages : mais ils sont une menace pour le Tell, qu'ils pourraient envahir dès le premier printemps, ainsi qu'ils l'ont fait en 1845, 1866, 1874, 1877. On aurait alors à combattre à la fois l'invasion des *Acridium peregrinum*, espèce nomade venant de l'extrême Sud, et celle des *Stauronotus Maroccanus*, espèce autochtone évoluant sur les hauts plateaux, ce qui créerait une situation difficile.

» Les populations des douars voisins des points d'atterrissements des Acridiens ont été levées immédiatement pour procéder à leur destruction. Les indigènes se sont d'autant mieux prêtés aux ordres qu'on leur donnait qu'ils utilisent ces grands Criquets comme aliments. Chaque tente, chaque maison a fait sa provision, évaluée en moyenne à une charge et demie par tente ([1]).

» Il est intéressant de constater que, de nos jours, il subsiste encore, dans les mêmes pays, une coutume qui remonte à la plus haute antiquité et qui s'est transmise à travers les âges chez les habitants du désert. Strabon, qui écrivait au commencement de notre ère, rapporte que, dans les contrées correspondant à notre extrême Sud algérien et tunisien, « au voisinage » des Strutophages, habitent les Acridophages qui vivent de sauterelles » que les vents du sud-ouest et de l'ouest, toujours très forts au printemps » dans ces régions, emportent et chassent vers leur pays »; et plus loin il ajoute : « Après qu'on les a ramassés, on les écrase, on les pile dans de la » saumure, pour en faire des espèces de gâteaux qui forment le fond de la » nourriture des Acridophages. » Ne croirait-on pas lire un passage des rapports ou des récits de nos officiers, témoins des invasions des Criquets pèlerins dans notre Sahara? Les autruches ayant disparu de ces régions,

---

([1]) Pour les conserver, ils les font cuire d'abord dans l'eau salée, de la même façon que nous préparons les Crevettes; puis ils les sèchent au soleil. Ils en ramassent et préparent des quantités si considérables que, non contents d'assurer leurs approvisionnements, ils en font un article de négoce; c'est ainsi qu'ils les vendent actuellement sur les marchés de Tougourt, de Temacin et des villages voisins. J'ai eu entre les mains une boîte de ces Criquets fraîchement préparés, et j'ai pu me convaincre qu'ils constituaient un mets très acceptable; le goût de crevette que lui attribuent les voyageurs est assez prononcé. Avec le temps, ils perdent de leurs qualités; mais n'en serait-il pas de même de nos Crustacés, si nous les mangions salés et séchés au bout de quelques mois.

il n'y a plus de Strutophages; mais les Acridiens s'y montrant en immenses légions, il y a toujours, comme au temps passé, des Acridophages. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'influence de la nature des terrains sur la végétation.* Note de M. G. RAULIN, présentée par M. Duclaux.

« La pratique agricole enseigne que les engrais ne sont pas tout en Agriculture, et que, indépendamment de ceux-ci, il y a des terrains de valeurs productives très inégales.

» M. Grandeau a, depuis un certain nombre d'années, établi à Tomblaine, à l'école Mathieu de Dombasle, des cases à végétation, dans lesquelles il a comparé l'influence, sur la production du blé, *de la nature du terrain*, de l'espacement des graines, de la variété des semences et des engrais : ces expériences ont mis en évidence l'intervention de la nature du sol, indépendamment des autres circonstances, pour faire varier le poids des récoltes.

» Il m'a semblé qu'il y aurait encore actuellement un certain intérêt à entreprendre des expériences ayant pour but l'étude spéciale de l'influence des éléments constitutifs des divers terrains agricoles sur les principales cultures, afin d'arriver, s'il est possible, à établir des nombres qui puissent guider jusqu'à un certain point la pratique agricole.

» On a commencé cette étude par l'expérience suivante, installée au champ d'expériences de la Faculté des Sciences de Lyon, à Pierre-Bénite :

» On a enlevé la terre végétale sur une profondeur de 95^{cm} et sur une étendue de 5 ares formant cinq carrés de 1 are chacun. Le sous-sol étant argileux, on a mis au fond 5^{cm} à 6^{cm} de gros gravier pour former un drainage; enfin on a rapporté dans chacun de ces carrés, savoir :

N° 1, une terre très riche en sable siliceux.	76 p. 100 du poids de la terre sèche
N° 2, une terre très riche en argile........	47 »
N° 3, une terre très riche en calcaire......	74 »
N° 4, une terre très riche en humus.......	68 p. 100 du poids de la terre de tourbe
N° 5, le mélange à volumes égaux des quatre terres précédentes.	

» On a semé les mêmes engrais chimiques sur ces cinq parcelles :

	Par an.
	kg
Sulfate d'ammoniaque (azote)..................	0,6
Phosphate précipité (acide phosphorique)......	0,6
Chlorure de potassium (potasse)..............	0,7
Plâtre....................................	2,0

» Le 24 avril 1890, on a semé sur la moitié de chacun de ces carrés du *maïs* et sur l'autre moitié des *betteraves*.

» Dès les premiers jours, on a remarqué des différences fort remarquables dans la vigueur de ces diverses cultures : ces différences ont conservé pour les betteraves des rapports à peu près constants pendant toute la durée de la végétation, mais elles se sont notablement atténuées pour le maïs à mesure qu'on approchait de la maturité, sans doute à cause de la multiplicité des radicelles de cette céréale.

» La récolte a eu lieu le 17 novembre. Voici les résultats :

	Betteraves.			Maïs.		
	Poids à l'hectare.	Nombre.	Poids de l'unité.	Poids à l'hectare.	Nombre.	Poids de l'unité.
	kg		kg	kg		kg
N° 1, sable	2,051	37,400	0,055	37,600	54,400	0,691
N° 2, argile	2,254	30,000	0,075	45,720	30,400	1,504
N° 3, calcaire	39,356	39,800	0,989	71,600	49,400	1,449
N° 4, terre de tourbe	33,040	31,000	1,065	54,000	42,000	1,286
N° 5, mélange	59,100	39,200	1,508	78,000	41,400	1,884

» On a dosé le sucre dans les betteraves, et l'on a obtenu les nombres suivants :

	Sucre compté à l'état de $C^6H^{12}O^6$.
Betteraves du n° 1 (sable)	6,17 pour 100
» 2 (argile)	3,64 »
» 3 (calcaire)	7,56 »
» 4 (terre de tourbe)	6,31 »
» 5 (mélange)	7,23 »

» Comme particularité, je citerai le fait suivant : le rang de betteraves placé dans le calcaire le long de la terre naturelle du champ, terre riche en humus, a donné des betteraves pesant 1730gr chacune, pendant que chaque betterave de la terre naturelle pesait 838gr, et les autres betteraves du calcaire 989gr. En outre, les premières avaient une richesse en sucre exceptionnelle : 10,58 pour 100.

» *En résumé :* 1° le mélange des quatre terres, sable, argile, calcaire, terre de tourbe, a donné des betteraves et des maïs d'un poids supérieur à celui des plantes des terres séparées, et des betteraves d'une richesse saccharine supérieure à la moyenne;

» 2° Il y a d'une terre à l'autre des différences considérables dans le

poids de l'unité des maïs, ou de l'unité ou de la richesse saccharine des betteraves;

» 3° Ces trois sortes de résultats ne sont pas du tout dans le même ordre : pour le poids des maïs, le sable a une infériorité marquée, et l'argile tient le premier rang (après le mélange); pour le poids des betteraves, le sable occupe le dernier rang, la terre de tourbe le premier; pour la richesse saccharine, l'argile donne le minimum de sucre, et le calcaire le maximum; le mélange même ne se place qu'après lui.

» Cette première série d'expériences a été faite dans des conditions un peu complexes : si les parcelles ont reçu le même engrais chimique, les diverses terres n'étaient pas, par elles-mêmes, absolument stériles, et elles contenaient naturellement des proportions d'azote, d'acide phosphorique, de potasse *assimilables*, notablement différentes, qui ont dû avoir leur part d'influence sur les résultats. Toutefois ces terres, qui n'avaient pas reçu d'engrais depuis plusieurs années, étaient très épuisées, et il est impossible d'expliquer par ces différences d'engrais naturel la totalité des différences énormes des résultats : une part d'influence considérable revient donc *à la nature des terrains*. C'est ce que je voulais établir pour le moment. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des cellules à l'intérieur des tissus massifs*. Note de M. **Henri Devaux**, présentée par M. Duchartre.

« Les physiologistes se sont souvent demandé si, au centre de certains tissus d'apparence très compacte, la respiration normale est possible. Par exemple, dans une Betterave ou une Pomme de terre, les tissus forment une masse très dense, dans laquelle il semble n'exister aucun canal spécial, pouvant amener l'air extérieur jusqu'aux parties profondes. Il paraît donc probable que l'oxygène libre ne peut pénétrer jusque dans les parties centrales de ces organes, et que c'est surtout du gaz carbonique qu'on trouverait à sa place.

» S'il en était ainsi, les cellules externes auraient une vie aérobie, les cellules internes une vie anaérobie. Tout se passerait comme dans le cas d'une culture de Bactéries en vase profond : à la surface les êtres aérobies pullulent, saisissent l'oxygène au passage et n'en laissent pas arriver trace aux couches profondes, où ne peuvent vivre que des êtres anaérobies.

» Ainsi se pose la question suivante : la vie anaérobie existe-t-elle, d'une

manière normale et constante, au sein de certains tissus compacts et volumineux? J'ai fait à ce sujet des recherches spéciales [1], et j'ai toujours trouvé de l'oxygène libre en quantité notable au centre des organes étudiés. Ce fait résout la question précédente par la négative. Toutes les cellules des tissus massifs, même les plus profondes, reçoivent l'oxygène libre et possèdent la respiration normale.

» Dans la Pomme de terre, par exemple, l'analyse du mélange gazeux interne a donné la composition suivante :

CO^2	4,74
O	14,88
Az	80,38
	100,00

» Cette composition centésimale est peu variable et se retrouve chez beaucoup d'autres sujets. Dans la Betterave, le mélange avait une composition assez voisine de la précédente :

CO^2	4,68
O	12,94
Az	82,38
	100,00

» Dans les énormes fruits du Potiron, dont le poids peut dépasser 30^{kg}, on trouve de l'air presque pur, comme l'indique l'analyse suivante :

CO^2	2,52
O	18,29
Az	79,19
	100,00

» Ces exemples suffisent, car j'ai trouvé des résultats analogues pour tous les organes que j'ai eu l'occasion d'étudier, fruits, tubercules, racines tuberculeuses, Champignons, etc.

» On peut dire que, d'une manière habituelle, la proportion d'oxygène dépasse 10 pour 100 dans l'atmosphère interne. Ce fait nous permet d'affirmer qu'au centre des tissus massifs la respiration est toujours normale.

---

(1) H. Devaux, *Méthode nouvelle pour l'étude des atmosphères internes chez les végétaux* (*Bulletin de la Société philomathique*, 8e série, t. II, 1890-91, p. 110, avec figures dans le texte); *Atmosphère interne des tubercules et racines tuberculeuses* (*Bulletin de la Société botanique*, 16 décembre 1890, et *Bulletin de la Société philomathique*, 17 décembre 1890.)

» Il reste à expliquer comment l'oxygène peut ainsi pénétrer à l'intérieur de masses cellulaires si compactes. J'ai reconnu que la pénétration se produit à travers des espaces très fins, très ramifiés dans la masse totale, et qui rendent celle-ci notablement poreuse, malgré son apparence compacte. Ces espaces sont bien visibles au microscope, parce qu'ils sont pleins d'air; ils représentent des méats aérifères anastomosés entre eux et formant au sein des tissus une arborisation étendue. Les gaz peuvent circuler dans les fins canalicules de ce système, car j'ai pu aspirer l'air extérieur à travers toute une grosse Pomme de terre, entière et vivante, sans aucune difficulté. Il suffit même que l'air contenu dans les méats soit soumis à une dépression manométrique très faible pour qu'aussitôt l'air extérieur se mette à rentrer; quand le manomètre marque -1^{mm} de mercure, il y a un courant gazeux rentrant sans cesse par ces canalicules.

» C'est certainement par suite de cette circulation facile de l'air dans les méats aérifères, que la Pomme de terre a une atmosphère interne relativement pure. La même explication s'applique à tous les organes étudiés, fruits ou tubercules, car tous ont une porosité plus ou moins grande. J'ai fait, à ce sujet, des expériences qui ne laissent aucun doute (1).

» La porosité existe dans les tissus vivants et n'existe pas dans les liquides. C'est pour cela que les cellules vivantes d'un tubercule et celles d'une culture liquide se comportent d'une manière absolument différente en apparence. Dans le premier cas, l'oxygène gazeux peut pénétrer facilement dans les parties les plus profondes du tubercule. Dans le deuxième cas, l'absence de pores empêche toute pénétration rapide, et les parties profondes peuvent ne pas recevoir la moindre trace d'oxygène.

» *En résumé*, on peut conclure de ce qui précède que :

» 1° Les gaz confinés au milieu des tissus massifs renferment toujours une forte proportion d'oxygène.

» 2° La respiration des cellules les plus internes des fruits, des tubercules, etc., est toujours la respiration normale.

» 3° La communication est établie, entre ces cellules intérieures et l'atmosphère externe, par un système de canaux aérifères ramifiés, qui permet le passage rapide des gaz, même pour une faible différence de pressions (2). »

---

(1) Voir, par exemple : H. Devaux, *La porosité du fruit des Cucurbitacées* (*Revue générale de Botanique*), février 1891.

(2) Ces recherches ont été faites dans les laboratoires d'Organographie et de Physiologie végétale du Muséum d'Histoire naturelle, dirigés par M. Ph. van Tieghem.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'état hygrométrique de l'air sur la position et les fonctions des feuilles chez les Mousses.* Note de M. **Eugène Bastit**, présentée par M. Duchartre [1].

« Si l'on compare des tiges de *Polytrichum* vivant dans des lieux humides aux tiges de même espèce, mais se développant dans les endroits secs, on observe que, dans le premier cas, les feuilles sont largement épanouies et présentent une face supérieure convexe et très inclinée par rapport à la tige; dans le second, elles se montrent latéralement refermées sur elles-mêmes et rapprochées de l'axe au point de devenir embrassantes. L'absence ou la présence de la vapeur d'eau dans l'air sont les causes physiologiques de ces deux positions différentes que prennent les feuilles et des mouvements exécutés par elles pour passer d'une position à l'autre.

» Or, des coupes transversales et longitudinales des feuilles montrent que la structure est loin d'être uniforme sur leurs deux faces : du côté supérieur ou interne on ne trouve que des tissus purement cellulosiques (épiderme interne et lames chlorophylliennes); du côté inférieur ou externe on n'observe que des tissus de résistance (hypoderme interne subérifié médian et longitudinal garnissant le quart environ de la largeur du limbe, hypoderme interne subérifié médian et longitudinal, garnissant les deux tiers environ de la largeur du limbe, épiderme externe à parois extérieures épaisses et recouvertes d'une cuticule). Dès lors les mouvements peuvent s'expliquer facilement : dans une atmosphère sèche, la transpiration devient considérable; de là une perte d'eau et, par suite, une contraction des tissus cellulosiques, c'est-à-dire de la face interne de la feuille. Cette contraction produit, autour du point d'insertion, un mouvement d'articulation de la feuille, laquelle se rapproche alors de la tige, et en même temps, sur toute la longueur de la feuille, un mouvement de flexion qui rend concave sa face supérieure.

» Outre ces deux mouvements longitudinaux, la feuille exécute des mouvements latéraux, décomposables en mouvements d'articulation et en mouvements de flexion. Les mouvements d'articulation s'effectuent autour de trois axes pairs, parallèles au plan de symétrie de la feuille, et situés : le plus interne, à la limite latérale de l'hypoderme interne ; le suivant, à la

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. le Professeur Gaston Bonnier.

limite de l'hypoderme externe; le plus latéral, à la limite de l'épiderme interne. Chaque portion de la feuille comprise entre deux axes consécutifs exécute en même temps un mouvement de flexion latérale, qui rend sa face interne concave transversalement. Les mouvements latéraux ont pour effet d'augmenter la concavité interne de la feuille, jusqu'à amener les deux régions marginales au contact l'une de l'autre. Ainsi, en même temps qu'elle entraîne la tige, la feuille se ferme sur elle-même en canal.

» Quelle peut être l'influence de l'état d'une tige fermée sur la respiration et sur la fonction chlorophyllienne? Voici comment j'ai opéré pour m'éclairer à ce sujet :

» Dix extrémités feuillées de tiges de *Polytrichum*, pesant ensemble 2^{gr} environ, étaient introduites à l'état épanoui dans une éprouvette remplie d'air humide. Cette éprouvette était portée sur le mercure; j'y introduisais une faible quantité d'acide carbonique, et, après avoir brassé le contenu gazeux, je faisais une prise initiale. Je maintenais ensuite l'éprouvette à l'obscurité pendant dix heures, temps au bout duquel je faisais une deuxième prise de gaz. L'éprouvette était alors exposée pendant dix heures à la lumière diffuse et je pratiquais une prise finale. L'analyse de chaque prise donnait la composition de l'atmosphère : 1° au commencement de l'expérience; 2° à la fin de l'exposition à l'obscurité; 3° à la fin de l'exposition à la lumière. La comparaison des deux premières prises indiquait les modifications qui se produisaient dans l'atmosphère par suite des échanges respiratoires; celles qui résultaient de la fonction chlorophyllienne étaient indiquées par la comparaison des deux dernières prises.

» Aussitôt après la prise finale, les tiges étaient placées sur une coupelle que l'on maintenait pendant quelques heures sous une cloche remplie d'air sec. Quand elles avaient pris la position fermée, on les introduisait dans une éprouvette contenant de l'air sec, sur laquelle on opérait à l'obscurité et à la lumière diffuse de la même manière et pendant le même temps que pour les tiges épanouies.

» Voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° *Respiration.* — Dans les deux positions, les échanges gazeux se sont toujours effectués dans le même sens et avec la même régularité. Le rapport du volume de l'acide carbonique exhalé au volume d'oxygène absorbé, s'est toujours montré sensiblement constant et très voisin de l'unité, sans jamais la dépasser. D'ailleurs, la proportion d'oxygène contenue dans l'atmosphère à la fin du séjour dans l'obscurité n'a jamais été inférieure à 16 pour 100. Ainsi, dans les deux états, les tiges feuillées des Mousses rentrent dans le cas général de la respiration des tissus à chlorophylle, étudiée par MM. Bonnier et Mangin (1).

(1) *Annales des Sciences naturelles, Bot.*, t. XIX, p. 217.

» Mais si le rapport des gaz échangés reste le même, il n'en est pas ainsi de l'intensité : ce rapport est toujours inférieur à l'unité, ce qui démontre que la respiration des tiges à l'état fermé est toujours fort ralentie.

» 2° *Fonction chlorophyllienne.* — Le sens des échanges gazeux opérés sous l'action de la lumière est resté le même dans les deux positions des tiges. Le rapport du volume d'oxygène dégagé à celui de l'acide carbonique décomposé est resté, dans l'un et dans l'autre cas, très voisin de l'unité, sans jamais lui être inférieur. Mais les tiges à l'état fermé décomposent toujours beaucoup moins d'acide carbonique et dégagent beaucoup moins d'oxygène que lorsqu'elles sont épanouies; d'où on doit conclure que, dans les tiges à l'état fermé, la fonction chlorophyllienne est considérablement ralentie.

» En résumé :

» 1° *L'absence de vapeur d'eau dans l'atmosphère provoque, sur les feuilles des Mousses, des mouvements longitudinaux et latéraux, qui ont pour effet de refermer chaque feuille sur elle-même et de la rapprocher de la tige;*

» 2° *Dans la position fermée aussi bien que dans l'état d'épanouissement des tiges feuillées, la respiration et la fonction chlorophyllienne se comportent selon les lois générales connues chez les végétaux à chlorophylle;*

» 3° *Dans la position fermée des tiges feuillées, la respiration est considérablement ralentie et la fonction chlorophyllienne l'est encore davantage.*

» C'est donc pendant l'hiver, quand l'atmosphère est le plus souvent saturée d'humidité, que les Mousses élaborent avec le plus d'intensité les principes nutritifs, ce qui peut expliquer la formation, pendant la saison froide, de l'œuf et du sporogone. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'argile à silex du bassin de Paris.* Note de M. A. de Lapparent, présentée par M. Daubrée.

« L'argile à silex est une des formations les plus énigmatiques du bassin de Paris. Bien des hypothèses, dont aucune n'a encore paru satisfaisante, ont été proposées pour expliquer son mode de formation. Après avoir, pour notre part, consacré de longues réflexions à l'origine de cette argile, qu'il nous a été si souvent donné d'étudier sur toute la bordure du bassin, nous nous permettrons de hasarder l'explication suivante.

» Le trait dominant de l'*argile à silex* des plateaux de Normandie est, d'une part, sa pénétration dans la craie en poches qui ne peuvent avoir

été formées que par dissolution sur place, de l'autre, la présence extrêmement fréquente, au centre des poches, d'amas d'argiles, de sables et de grès, dans lesquels il est aisé de reconnaître les dépôts habituels du facies continental de l'*argile plastique*. Ces amas sont disloqués, ployés et portent l'empreinte manifeste d'un lent effondrement, qui les a fait tomber peu à peu dans ces poches, sur l'emplacement desquelles ils préexistaient, recouvrant la craie en couches sensiblement horizontales.

» Le fait est général dans toute la Normandie. Il s'accuse aussi bien aux environs de Verneuil et de Dreux que près de Bolbec, de Rouen et sur les bords du pays de Bray. C'est ainsi que tant de gisements de grès éocènes, autrefois exploités pour pavés, ont été conservés à la surface du pays de Caux. C'est ainsi que souvent les silex, produits de la dissolution de la craie, se trouvent empâtés et recouverts par des argiles bariolées. aux couleurs extrêmement vives, dont les analogues se voient en place, à un niveau géologique indiscutable, dans quelques localités, comme celle de Mélamare, près de Bolbec.

» Seulement, à mesure qu'on s'éloigne des collines de la haute Normandie, où les affleurements de grès et schistes siluriens formaient les centres de dispersion des sables et argiles bariolés éocènes, la couleur des argiles à silex devient de moins en moins rutilante et, dans le Ponthieu, on ne voit plus que des argiles brunes, produites aux dépens de dépôts dont la teinte originelle n'offrait rien d'exceptionnel.

» On est ainsi amené à reconnaître que c'est postérieurement à la formation de l'argile plastique, alors que les dépôts de cet âge couvraient les plateaux de l'Ouest, que s'est produit le phénomène qui, en provoquant la dissolution de la craie, a déterminé le creusement des poches, aux contours souvent si déchiquetés, et y a fait tomber, au fur et à mesure, les dépôts éocènes.

» Or cette action nous semble très comparable à celle qui a engendré les *gîtes calaminaires*. On sait que ces gisements, où les minerais oxydés du zinc et du plomb s'épanouissent en poches irrégulières au milieu de calcaires, occupent toujours la jonction de ces calcaires avec des formations de nature imperméable, telles que des schistes argileux. On reconnaît alors qu'un filon, qui traversait une fente des schistes en y déposant un mince enduit de sulfures, s'est considérablement élargi dans les calcaires, les eaux thermales métallifères s'y étant, en quelque sorte, dédommagées de l'arrêt qu'elles subissaient à la rencontre du terrain inattaquable.

» De la même façon qu'on imagine, après l'éocène inférieur, des éma-

nations carboniques, des mofettes par exemple (comme celles qui existent encore en si grand nombre dans le massif de l'Eifel), cherchant à se faire jour à travers le substratum crayeux du bassin de Paris; l'argile plastique les arrête; alors elles emploient leur activité à dissoudre la craie au contact, en suivant de préférence ses lignes de fissures. Les silex seuls subsistent; les argiles, tantôt bariolées, tantôt grises ou noires, qui les recouvrent, descendent peu à peu dans les poches, en s'y modifiant plus ou moins, et forment la gangue des silex. Enfin l'agrandissement progressif des cavités entraîne la lente descente des sables et grès supérieurs à l'argile.

» Plus tard, quand l'érosion prendra possession du pays, les séries de poches les plus larges et les plus profondes seront prédestinées, en dessinant les lignes de moindre résistance, à fixer la position des vallées, accusant les fentes ou diaclases dominantes du terrain. Ainsi se justifierait ce fait bien connu, que les poches d'argile à silex semblent *descendre sur les flancs des vallées,* alors que pourtant elles sont antérieures au creusement de ces dernières.

» Il reste à expliquer pourquoi les argiles à silex, si abondantes en Normandie et dans les parties occidentales de la Picardie, font défaut sous le bassin tertiaire parisien proprement dit. La raison nous semble facile à découvrir, aujourd'hui surtout que la précieuse Carte souterraine de M. G. Dollfus (¹) a si bien fait connaître l'allure plissée de ce bassin. Cette Carte montre, avec la dernière évidence, que les dépôts marins de l'époque tertiaire occupent un synclinal rectiligne, parallèle au bord oriental de l'Armorique et marquant une dépression, par où la mer pénétrait de Belgique en France.

» Les lambeaux éocènes de Dieppe et du Ponthieu accusent un autre synclinal semblable, aujourd'hui caché par la Manche; et toute la région comprise entre ces deux sillons forme un vaste anticlinal, dont le bombement a dû se prononcer dès l'aurore du calcaire grossier. On comprend bien alors pourquoi les fentes, par où les sources carboniques devaient tendre à sortir, se sont localisées sur ce bombement, qui se disloquait à mesure de son exhaussement. Cette région soulevée comprend justement le Thymerais, la haute Normandie, le Ponthieu et l'Artois.

» Des fentes analogues ont dû s'ouvrir sur le bord sud du bassin tertiaire, dans le pays d'Othe et dans le Gâtinais, où l'argile à silex est très

(¹) *Bulletin des services de la Carte géologique de France*, n° 14, juillet 1890.

développée, tandis que la Champagne y a échappé, d'un côté parce qu'elle était trop voisine du synclinal tertiaire; de l'autre, peut-être, parce que l'argile plastique n'y a pas débordé vers l'est. Quant à la Picardie centrale, non seulement la craie y était généralement exempte de silex, mais les sables glauconieux suessoniens, qui la recouvraient uniformément, n'auraient pas opposé à l'action des eaux carboniques l'obstacle nécessaire à la formation d'une nombreuse série de poches. Aussi, pour trouver avec abondance le *bief à silex*, faut-il aller vers l'ouest, c'est-à-dire se rapprocher de la région bombée et, en même temps, s'éloigner des anciennes plages de la mer suessonienne. Néanmoins, quelques poches se sont produites en des points favorables, témoins ces effondrements de sables éocènes que nous avons été le premier à signaler dans le Vermandois et le Cambrésis (¹).

» Nous ajouterons que la formation de mofettes carboniques, coïncidant avec un bombement du sol, paraît très naturelle à une époque comme celle de l'éocène supérieur où, sur presque toute la surface du continent français, l'activité des sources thermales s'accusait par la formation des dépôts dits *sidérolithiques*.

» L'explication qui vient d'être donnée n'exclut aucunement l'existence, en certains points, de *conglomérats éocènes,* antérieurs à l'argile plastique. Nous croyons seulement qu'en général ces conglomérats nous sont parvenus, non sous leur forme originelle, mais après avoir subi, par le fait des actions chimiques invoquées, une transformation assez profonde. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La formation des glaçons-gâteaux.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« Morges, 25 janvier 1891.

» Par les grands froids de la semaine dernière, il y a eu des congélations locales du lac Léman : la rade de Genève a été entièrement prise; dans le fond de quelques golfes, nous avons vu l'eau *se cailler*. J'en ai profité pour étudier le développement des glaçons en forme de gâteaux, les *pan-cakes* des Anglais, que j'appellerai les *glaçons-gâteaux*.

» Le lac agité par le vent ne se congèle pas comme une eau tranquille. Dans celle-ci, la prise a lieu en masse; les aiguilles de glace se soudent en

(¹) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. II, p. 58.

une pellicule, mince d'abord, qui s'épaissit ensuite; les radeaux de glace ainsi constitués peuvent avoir une étendue indéfinie : le 18 décembre 1879, le lac de Morat tout entier s'est pris en une couche continue, dans l'intervalle du soir au matin. Dans un lac secoué par les vagues, on voit, au contraire, quand la congélation commence, apparaître des glaçons libres, serrés les uns contre les autres, aplatis, circulaires, entourés et surmontés par un bourrelet de glace blanche qui s'élève au-dessus de l'eau; de petites dimensions d'abord, de quelques décimètres de diamètre, ils s'agrandissent progressivement et peuvent atteindre 1^m ou 2^m de largeur. Maintenus en mouvement par la houle qui les bouscule les uns contre les autres, ils restent longtemps libres, jusqu'à ce que, comprimés par le fait de leur accroissement progressif, ils s'immobilisent; ils se soudent alors aussitôt en une nappe solide, où les limites des gâteaux sont indiquées par les bourrelets de glace blanche qui les surmontent.

» C'est le même phénomène qui se développe dans un fleuve qui charrie; les glaçons-gâteaux, d'abord petits, se serrent de plus en plus à mesure qu'ils augmentent de diamètre, jusqu'au moment où la rivière se prend en une couche continue, immobile. Pour autant que j'en puis juger par les descriptions des voyageurs polaires, la mer se congèle parfois par un procédé analogue. C'est donc un phénomène général que la formation de glaçons mobiles, en figures de gâteaux aplatis, discoïdes, circulaires, à bourrelet marginal supérieur, qui s'accroissent progressivement en diamètre et en épaisseur. Voici l'explication que j'en propose :

» 1° La forme circulaire est causée et maintenue par le heurt des glaçons les uns contre les autres; poussés par les vagues du lac ou par les remous du courant dans un fleuve, ils s'entrechoquent sans cesse, leurs parties saillantes sont usées et leur forme circulaire se perfectionne tant qu'ils sont libres.

» 2° L'accroissement en diamètre s'explique par la formation de nouvelle glace à la périphérie de la partie immergée du glaçon. Dans une eau douce à 0°, dans une eau salée à la température de congélation, quand cette eau perd de la chaleur, les cristaux de glace augmentent de volume aux dépens de l'eau ambiante. Sur tout le pourtour du glaçon il se produit donc de nouvelles couches de glace : si le glaçon est encore irrégulier, les aiguilles de glace de nouvelle formation sont mieux protégées dans les angles rentrants contre le choc des autres glaçons et la figure circulaire du gâteau en est perfectionnée; quand le glaçon est circulaire, c'est sur toute sa circonférence que la nouvelle couche de glace se forme également. De

là l'accroissement en diamètre du glaçon. Son accroissement en épaisseur a lieu, sur sa face inférieure, par apposition de nouvelles couches horizontales. Quand les gâteaux sont soudés ensemble, ce dernier mode d'accroissement continue seul.

» 3° L'établissement du bourrelet marginal est dû au choc des glaçons les uns contre les autres : les aiguilles de glace de nouvelle formation sont fragiles, et nombre d'entre elles sont brisées; l'eau chargée de ces cristaux détachés rejaillit entre les glaçons et est rejetée sur le bord de ceux-ci; la poussière de glace y est prise par la gelée et produit le bourrelet de glace blanche caractéristique.

» 4° Pourquoi ce bourrelet de glace blanche est-il seulement périphérique, et comment n'occupe-t-il pas par des anneaux concentriques toute la face supérieure du gâteau? Quand le glaçon était petit, il avait déjà son bourrelet; à mesure qu'il a augmenté en diamètre, le bourrelet a continué à se former par apposition de couches externes. Comment les bourrelets les premiers constitués disparaissent-ils, pour ne laisser subsister que celui de dernière formation? Voici la raison de ce détail : le bourrelet de glace blanche s'élève de quelques centimètres au-dessus de l'eau; il pèse de tout son poids sur le glaçon et le fait submerger; la face supérieure du gâteau s'enfonce sous 1^{cm} ou 2^{cm} d'eau. Cette eau, emprisonnée sur le gâteau comme dans une cuvette, est mise en mouvement par les oscillations du glaçon agité par la houle; il s'y développe des vagues de balancement, qui viennent battre alternativement d'un côté à l'autre le bord interne du bourrelet, l'attaquent et tendent à le détruire. Tandis que le bourrelet se reforme sans cesse à l'extérieur, il est sans cesse rongé à l'intérieur. Ainsi le glaçon, en agrandissant son diamètre, tend à reporter à l'extérieur son bourrelet, qui reste ainsi toujours périphérique ou marginal.

» 5° Sur de grands glaçons, j'ai vu des gâteaux de formation secondaire, au nombre de 4, 6 et 8, se développer au milieu de la cuvette du glaçon principal; chacun d'eux offrait tous les caractères qui s'observent dans les gâteaux isolés.

» 6° En même temps, cette couche d'eau qui recouvre la face supérieure du gâteau perd de la chaleur et, en se congelant au fond de la cuvette, forme de nouvelles couches de glace qui augmentent l'épaisseur du disque. Le gâteau est donc, en définitive, constitué par un noyau primitif au milieu de l'épaisseur de la glace; ce noyau est entouré de couches concentriques à la périphérie, et de couches planes au-dessus de sa face supérieure et au-dessous de sa face inférieure.

» 7° Quant au noyau qui représente le centre primitif du gâteau, je présume que ce peut être un morceau de glace quelconque, ou bien un faisceau d'aiguilles de glace, comme nous les voyons apparaître dans l'eau en mouvement, ou bien une stalactite de glace détachée du rivage par les vagues, ou bien un paquet de neige tombé d'un mur ou d'une falaise, ou bien un fragment de glace tabulaire amené par un affluent du lac ou du fleuve, ou bien encore un morceau de glace de fond, qui est venu flotter à la surface. Si mon interprétation est juste, il n'y a pas lieu de chercher pour la formation des glaçons-gâteaux, dans les lacs et dans les rivières, une origine unique et toujours la même; les difficultés qui ont provoqué tant de discussions disparaissent. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur la température à Marseille.* Note de M. J. **Léotard.**

« Il se produit à Marseille un phénomène thermique qui semble mériter l'examen des météorologistes.

» La température moyenne pendant l'année 1890 à Marseille a été de 13°,6, chiffre inférieur à la normale, qui égale 14°,2 depuis soixante-six ans. Cette moyenne est supérieure à celle des trois années précédentes, mais inférieure à celle des années écoulées de 1879 à 1886 inclusivement.

» La moyenne des minima a été de 7°,86, alors que sa normale s'élève à 9°,69, tandis que la moyenne des maxima atteint 19°,36, sa normale n'étant que de 18°,75.

» C'est donc l'abondance et l'intensité de basses températures nocturnes qui causent la faiblesse de la moyenne générale annuelle. Au contraire, la température au milieu du jour est généralement plus forte que d'ordinaire. En outre, le printemps et l'été sont plus voisins de la normale que l'automne et l'hiver.

» Déjà, en 1889, le même fait météorologique s'est produit, mais il était moins accentué, la moyenne des minima ayant été de 8°,23. Ce phénomène paraît être assez énigmatique, car la cause de l'abaissement actuel de la température devrait, semble-t-il, agir le jour et la nuit. »

M. P. **Dignat** adresse une Note intitulée « Variations d'intensité qu'on peut observer dans un même courant galvanique, d'intensité initiale donnée, et passant dans le corps vivant à travers les téguments. »

M. E. **Delaurier** adresse une Note intitulée « Les théories chimiques de Stahl et de Lavoisier ».

M. E. **des Rieux** adresse, de Villebourg (Algérie), une Note relative aux désastres produits par les tremblements de terre du mois de janvier, dans ce village et à Gouraya.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 janvier 1891.

Traité pratique de Chimie métallurgique; par le baron Hanns Juptner de Jonstorff. Traduit de l'allemand par Ernest Vlasto. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; un vol. gr. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, neuvième série, tome II. Toulouse, Douladoure-Privat, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

La Géologie de l'Andalousie et le tremblement de terre du 25 *décembre* 1884 *d'après le récent Rapport de la Mission française; par* M. Emm. de Margerie. Paris, Octave Doin, 1890; gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Guide du géologue dans le tertiaire parisien; par A. Laville. Paris, Dagincourt et Cie, 1890; br. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Occasional papers of the California Academy of Sciences. — I. *A revision of the South American Nematognathi or Cat-Fishes; by* Carl H. Eigenmann and Rosa Smith Eigenmann. — II. *Land Birds of the Pacific district; by* Lyman Belding. San Franscisco, California Academy of Sciences, 1890; 2 vol. in-8°.

C.-G.-J. Jacobi's Gesammelte Werke. Herausgegeben auf veranlassung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften; fünster Band, herausgegeben von K. Weierstrass. Berlin, Druck und Verlag von Georg Reimer, 1890; 1 vol. in-4°.

Catalog von 3949 Sternen zwischen 64° 50′ und 70° 10′ nördlicher Declination 1885 für das Æquinoctium 1875; nach Zonen-Beobachtungen am Ertelsschen Meridiankreise der Universität-Sternwarte in Christiania in den Jahren 1870 bis 1881; von C. Fearnley und H. Geelmulden. Leipzig, 1890, in Commission bei Wilhem Engelmann; br. in-4°.

La topographie crano-cérébrale. Applications chirurgicales; par Ch. Debierre et R.-L. Le Fort. Paris, F. Alcan. 1890; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours du prix Lallemand.)

De la tuberculose chirurgicale; par le Dr Paul Thiéry. Paris, G. Steinheil, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours du prix Barbier.)

Essai sur l'état mental des hystériques; par le Dr Henri Colin. Paris, J. Rueff et Cie, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Envoyé au concours du prix Lallemand.)

Voyages chez les lépreux; par le Dr Zambaco Pacha. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. in-8°. (Envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Publications périodiques.

Mémorial de l'Artillerie de la Marine (Ministère de la Marine). — Bibliothèque universelle et Revue suisse. — Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale. — Polybiblion, Revue bibliographique universelle. — Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx (publiés par A. Gouguenheim. — *Boletin de la real Academia de la Historia (Madrid).*

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 FÉVRIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'expérience de M.* Wiener. Note de M. **H. Poincaré.**

« L'admirable expérience de M. Wiener, que M. Cornu a récemment communiquée à l'Académie, est éminemment propre à nous faire connaître la véritable nature des vibrations lumineuses.

» Son importance m'a déterminé à rechercher quelles sont les diverses interprétations dont elle est susceptible, non que je préfère aucune de celles que je vais proposer à l'interprétation qu'a donnée M. Cornu et qui se présente naturellement à l'esprit, mais parce qu'on risquerait de méconnaître la véritable signification de cette expérience si l'on croyait qu'elle n'en comporte pas d'autres.

» Je reconnais très volontiers que les résultats de M. Wiener, joints à ceux de M. Carvallo et aux phénomènes de l'aberration, constituent en

faveur de la théorie de Fresnel un faisceau de preuves qui lui donnent un très haut degré de probabilité; mais aucune de ces preuves, pas même celle de M. Wiener, ne nous donne à cet égard la certitude absolue.

» Qu'est-ce en effet que la quantité physiquement mesurable que nous appelons *intensité lumineuse?* On peut faire à ce sujet plusieurs hypothèses; on peut supposer que c'est la force vive ou énergie cinétique moyenne de l'éther (c'est ce qu'on fait d'ordinaire et c'est ce qu'a fait M. Cornu), mais on peut supposer également que c'est l'énergie potentielle moyenne, ou bien encore l'énergie totale moyenne. Ces trois définitions reviennent l'une à l'autre dans le cas d'une onde plane unique, ou dans le cas de deux ondes planes se coupant sous un angle très aigu; mais il n'en est plus de même dans le cas de deux ondes planes se coupant à angle droit.

» A un autre point de vue, on peut encore faire plusieurs hypothèses; c'est au sujet de l'expression de l'énergie potentielle moyenne. Soient x, y, z les coordonnées d'une molécule d'éther dans sa position d'équilibre; soient $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$ les coordonnées de cette même molécule, écartée de sa position d'équilibre.

» Posons

$$H = \left(\frac{d\xi}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\xi}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\xi}{dz}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dz}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{dz}\right)^2,$$

$$T = \left(\frac{d\zeta}{dy} - \frac{d\eta}{dz}\right)^2 + \left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dx} - \frac{d\zeta}{dy}\right)^2,$$

$$\Theta = \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}.$$

» La théorie de l'élasticité nous donne pour l'expression de l'énergie potentielle « localisée » dans un élément de volume

$$\alpha H + \beta T + \gamma \Theta^2,$$

α, β et γ étant des constantes. Cette expression se réduit à

$$\alpha H + \beta T,$$

puisque la vibration est transversale et que Θ est nul.

» Examinons successivement ces diverses hypothèses.

» Si l'on suppose que l'intensité représente l'énergie cinétique, l'expérience de M. Wiener donne raison à Fresnel contre Neumann.

» Si l'on admet que l'intensité représente l'énergie potentielle, l'expérience de M. Wiener donne, au contraire, raison à Neumann; elle oblige de plus à supposer que le coefficient β n'est pas nul.

» Si l'on admet que l'intensité représente l'énergie totale, l'expérience de M. Wiener donne encore raison à Fresnel; elle oblige de plus à supposer que le coefficient β est nul; ce qui, du reste, n'a d'autre inconvénient que de ne pas s'accorder avec la théorie électromagnétique de la lumière.

» Après avoir lu cette discussion, on penchera certainement vers les idées de Fresnel; mais en se plaçant à un autre point de vue, qui peut sembler également légitime, on pourrait être amené à des conclusions différentes.

» L'intensité que l'on mesure dans les expériences de M. Wiener, c'est le pouvoir photochimique des radiations, c'est-à-dire la force qui tend à séparer les atomes matériels. Si deux atomes sont entraînés dans un mouvement de translation commun, de façon que leurs vitesses soient les mêmes en grandeur et en direction, on ne voit pas bien comment un pareil mouvement tendrait à les séparer l'un de l'autre. Il paraît plus naturel de supposer que la tendance à la séparation dépend des variations périodiques que subit la distance de ces deux atomes; or il est aisé de se rendre compte de la grandeur de ces variations.

» Soient S la distance de ces deux atomes dans l'état d'équilibre; α, β, γ les cosinus directeurs de la droite qui les joint; la distance pendant les vibrations devient

$$S(1 + 2W),$$

où

$$W = \alpha^2 \frac{d\xi}{dx} + \beta^2 \frac{d\eta}{dy} + \gamma^2 \frac{d\zeta}{dz} + \beta\gamma\left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + \alpha\gamma\left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + \alpha\beta\left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\right).$$

» A vrai dire, ce raisonnement supposerait que l'amplitude des vibrations des molécules matérielles est la même que celle des molécules d'éther, ce qui n'est rien moins que certain. Mais ces deux amplitudes doivent être, en tous cas, proportionnelles l'une à l'autre; de sorte qu'il est naturel de supposer que l'intensité mesurée photographiquement dépend seulement de l'expression W.

» Considérons un système S_1 formé par l'interférence de deux ondes dont les plans sont rectangulaires.

» Prenons le plan des xz parallèle à l'une des ondes et le plan des xy parallèle à l'autre onde; si la direction de la vibration est la même pour les deux ondes, ce sera celle de l'axe des x.

» On aura donc, pour l'un des rayons,

$$\xi = \sin a(y - Vt), \qquad \eta = \zeta = 0,$$

et, pour l'autre,

$$\xi = \sin a(z - Vt), \qquad \eta = \zeta = 0,$$

d'où, pour la vibration résultante,

$$\xi = \sin a(y - Vt) + \sin a(z - Vt), \qquad \eta = \zeta = 0.$$

» La différence de marche entre les deux rayons est

$$\varepsilon = z - y.$$

» On peut supposer que l'origine ait été choisie de telle sorte que, au point où l'on veut mesurer l'intensité, on ait

$$y = 0, \qquad \text{d'où} \qquad z = \varepsilon.$$

Il viendra alors

$$W = a\alpha\beta \cos aVt + a\alpha\gamma \cos a(\varepsilon - Vt).$$

» Considérons maintenant un système S_2 produit par l'interférence de deux ondes dont les plans se coupent à angle droit et dont les vibrations sont rectangulaires l'une sur l'autre ; on aura alors

$$\xi = 0; \qquad \eta = \sin a(z - Vt), \qquad \zeta = \sin a(y - Vt),$$

d'où (en supposant, comme plus haut, $y = 0$, $z = \varepsilon$, au point où l'on veut mesurer l'intensité)

$$W = a\beta\gamma[\cos aVt + \cos a(\varepsilon - Vt)].$$

» Comparons ces expressions avec celles que l'on obtiendrait dans le cas de l'interférence de deux ondes planes se coupant sous un angle très petit ou nul.

» Supposons d'abord que ces ondes soient polarisées dans le même plan ; prenons le plan de l'onde pour plan des xy et soit encore ε la différence de marche des deux rayons. On aura

$$\xi = 0, \qquad \eta = \sin a(z - Vt) + \sin a(z + \varepsilon - Vt), \qquad \zeta = 0,$$

d'où, en supposant que le point où l'on veut mesurer l'intensité ait été pris pour origine,

$$W = a\beta\gamma[\cos aVt + \cos a(\varepsilon - Vt)],$$

ce qui est la même expression que dans le cas du système S_2.

» Supposons maintenant que les deux ondes soient polarisées à angle droit ; prenons le plan de l'onde pour plan des yz, il viendra

$$\xi = 0, \qquad \eta = \sin a(x - Vt), \qquad \zeta = \sin a(x + \varepsilon - Vt),$$

d'où, si le point où l'on veut mesurer l'intensité est pris pour origine,

$$W = a\alpha\beta \cos a Vt + a\alpha\gamma \cos a(\varepsilon - Vt),$$

ce qui est la même expression que dans le cas du système S_1.

» On conclurait, si l'on adoptait cette manière de voir, que c'est le système S_2 et non le système S_1 qui doit interférer, ce qui donnerait raison à Neumann.

» Je n'aurai garde de tirer cette conclusion ; dans l'ignorance absolue où nous sommes du mécanisme de l'action photographique, il convient de s'abstenir. Mon seul but a été de montrer que le doute reste permis, même après l'expérience de M. Wiener. »

Note de M. **Berthelot**, *à propos de la Communication de M.* Poincaré.

« Sans vouloir entrer dans le fond même de la discussion intéressante soulevée par notre Confrère, M. Poincaré, il me semble utile de présenter quelques remarques sur le pouvoir photochimique des radiations, envisagé comme une force qui tendrait à séparer les atomes matériels. En fait, le mécanisme des phénomènes chimiques provoqués par la lumière est d'un ordre plus compliqué, et la plupart, sinon tous, sont des réactions exothermiques ; c'est-à-dire dans lesquelles la lumière joue le rôle d'un simple excitateur, sans fournir elle-même l'énergie mise en jeu. C'est ce qui arrive notamment pour la production des images photographiques au moyen des sels d'argent, d'or, de platine, etc. Le métal qui constitue l'image n'est pas séparé de sa combinaison par l'action directe de la lumière, et avec absorption de chaleur; mais, en général, il est réduit aux dépens d'une matière organique, qui s'oxyde soit aux dépens du sel lui-même, soit aux dépens de l'eau décomposée par les éléments du sel, et l'ensemble des deux réactions chimiques dégage de la chaleur.

» Le cas du chlorure d'argent semblerait, à première vue, d'une autre nature; et il en serait ainsi, en effet, si ce composé était réellement séparé en chlore et en argent par l'influence des radiations lumineuses, sépara-

tion qui absorberait $-29^{Cal},2$. Mais, en fait, il paraît se former d'abord un sous-chlorure d'argent, ainsi que M. E. Becquerel l'a rappelé : même sans invoquer d'autre réaction, il suffirait que la chaleur dégagée dans la formation des deux chlorures fût la même, avec un poids donné d'argent, pour que le dédoublement du chlorure ordinaire se fît sans dégagement ni absorption de chaleur. Or, on connaît plusieurs cas de cet ordre : par exemple, un même poids d'oxygène dégage sensiblement la même quantité de chaleur ($+34^{Cal}$) en s'unissant à l'étain, soit dans le protoxyde, soit dans le bioxyde; la séparation du protoxyde en bioxyde et étain métallique : $2SnO = SnO^2 + Sn$, répond donc à un phénomène thermique à peu près nul et dès lors susceptible d'être provoqué par la moindre énergie complémentaire, telle que celle mise en jeu dans l'union du bioxyde avec un alcali : la précipitation, si étrange en apparence de l'étain métallique dans ces conditions, s'explique donc par la Thermochimie. De même pour certaines régénérations d'argent aux dépens de son oxyde. En effet, l'oxygène, sous un poids donné, dégage aussi, d'après mes recherches, la même quantité de chaleur ($+3^{Cal},5$ pour 8^{gr}) en s'unissant à l'argent pour former soit l'oxyde ordinaire, AgO, soit le sesquioxyde, Ag^2O^3; aussi conçoit-on que l'oxyde ordinaire puisse se décomposer en sesquioxyde et argent métallique : $3AgO = Ag^2O^3 + Ag$, sous l'influence d'une énergie auxiliaire, telle que celle qui résulte de l'intervention de l'eau oxygénée, laquelle s'unit au peroxyde et forme une combinaison instable, qui se décompose aussitôt avec mise en liberté d'oxygène et dégagement de chaleur (¹). Il suffirait, dès lors et semblablement, que dans le dédoublement du chlorure d'argent en sous-chlorure, le chlore excédant s'unît avec l'hydrogène d'un composé organique, de façon à donner lieu à une réaction exothermique complémentaire bien caractérisée; dans le développement simultané de celle-ci, la lumière ne fournirait d'autre énergie que la dose infinitésimale réclamée par son rôle d'agent excitateur.

» En fait et dans l'état présent de la Science, il n'existe à ma connaissance aucune réaction purement chimique où la lumière fournisse l'apport nécessaire et qui puisse fournir une mesure proprement dite des énergies lumineuses : j'ai soulevé cette question en 1865 (²), et les progrès ulté-

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXI, p. 164.
(²) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XVIII, p. 83.

rieurs de la Science n'ont fait que donner plus de force à mes observations. La combinaison du chlore avec l'hydrogène, l'oxydation des sels de protoxyde de fer, celle de l'acide oxalique, etc., toutes réactions provocables par la lumière, sont toutes aussi des réactions exothermiques. J'ai montré récemment, par des expériences et des mesures ([1]), qu'il en est de même de la décomposition de l'eau par le brome, décomposition invoquée autrefois comme un exemple de réaction photochimique endothermique. Le seul fait qui subsisterait encore dans cet ordre serait la décomposition de l'acide carbonique, avec mise à nu d'oxygène, par la matière verte des végétaux; mais il n'a jamais été prouvé qu'il ne se produise pas en même temps dans l'organisme végétal des réactions complémentaires et simultanées, capables de fournir l'énergie indispensable. Quoi qu'il en soit, il n'est pas nécessaire d'attribuer aux radiations lumineuses aucune dépense sensible d'énergie dans l'accomplissement des phénomènes chimiques de la photographie. »

M. **Edmond Becquerel**, à l'appui de la Note qu'il a publiée dans la dernière séance sur la reproduction photographique des couleurs, montre quelques-unes des épreuves du spectre solaire avec ses couleurs propres, épreuves faites il y a plus de quarante ans, et qui sont restées intactes en les laissant à l'obscurité.

On peut juger de leur parfaite conservation, bien qu'à différentes reprises elles aient été examinées et étudiées à la lumière du jour; il faut un temps d'exposition prolongée à la lumière diffuse pour que les images disparaissent.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Carvallo** adresse, de Tortosa, un Mémoire portant pour titre : « Essai sur la théorie des mouvements internes et de translation des cyclones ».

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIX, p. 524.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un travail de MM. *Cheysson* et *Toqué*, intitulé : « Les budgets comparés des cent monographies de famille, publiés d'après un cadre uniforme dans les *Ouvriers européens* et les *Ouvriers des deux Mondes* ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière, pour le concours du prix de Statistique, fondation Montyon).

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle pendant l'année 1890.

« Les plus hautes eaux ont été observées le 18 mai, à la cote $2^m,20$ à l'échelle de la Tournelle, et à la cote $3^m,20$ à l'échelle du pont Royal.

Les plus basses eaux ont été observées le 21 décembre, à la cote $0^m,16$ au-dessous de zéro à l'échelle de la Tournelle, et à la cote $1^m,15$ à l'échelle du pont Royal. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de la masse de Mars et de la masse de Jupiter par les observations méridiennes de Vesta.* Note de M. **Gustave Leveau**, présentée par M. Mouchez.

« Dans les Tables de Vesta, construites à l'aide de la Théorie exposée dans trois Mémoires publiés dans les *Annales de l'Observatoire de Paris*, j'ai employé pour les masses de Mars et de Jupiter les valeurs suivantes :

Mars................ $m = \frac{1}{3093500}$ (Hall).

Jupiter.............. $m = \frac{1}{1050}$ (Le Verrier).

» D'abord, dans les équations de conditions formées pour déterminer les petites corrections à apporter aux éléments qui ont servi de base à toute la Théorie de Vesta de façon à représenter par les Tables les 5000 observations méridiennes de cette planète faites de 1807 à 1888, j'ai introduit comme inconnue la correction à apporter à la valeur employée pour la masse de Jupiter.

» 1° J'ai obtenu pour cette masse

$$\frac{1}{1044,8} = \frac{1}{1050}(1 + 0,005).$$

» Les différences entre les observations et les positions calculées en employant cette masse sont données dans le Tableau I.

» 2° J'ai ajouté aux équations précédentes un terme dépendant de la masse de Mars, et j'ai obtenu :

$$\text{Jupiter} \ldots\ldots\ldots \quad m = \frac{1}{1045,6} = \frac{1}{1050}(1 + 0,0042)$$

$$\text{Mars} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad m = \frac{1}{3700000} = \frac{1}{3093500}(1 - 0,165)$$

» Les différences entre les observations et les positions calculées en employant ces valeurs des masses sont données dans le Tableau II.

» 3° J'ai ajouté aux dernières équations les termes nécessaires pour tenir compte de l'influence séculaire des corps autres que les planètes principales considérées dans la Théorie, et j'ai obtenu :

$$\text{Jupiter} \ldots\ldots\ldots \quad m = \frac{1}{1045,7} = \frac{1}{1050}(1 + 0,0041)$$

$$\text{Mars} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad m = \frac{1}{3700000} = \frac{1}{3093500}(1 - 0,165)$$

» Les différences entre les observations et les positions calculées en employant les valeurs ci-dessus sont données dans le Tableau III.

Observation — Calcul.

Dates.	Ascension droite. I.	II.	III.	Déclinaison. I.	II.	III.
1807,3	+ 0″,7	− 1″,9	− 1″,2	− 2″,1	− 1″,1	− 0″,9
1808,7	+ 2,4	− 1,0	− 2,0	+ 0,7	− 0,3	− 0,9
1810,1	+ 2,1	− 2,2	− 1,3	»		
1811,4	+ 6,2	+ 1,0	+ 0,6	»		
1812,8	+ 2,2	− 0,8	− 0,7	+ 0,3	− 1,1	− 1,7
1814,1	+ 5,6	+ 0,8	+ 1,7	+ 1,1	+ 2,0	+ 1,7
1815,6	+ 7,4	+ 2,5	+ 1,3	− 0,2	− 0,7	− 0,5
1819,7	+ 2,8	0,0	− 0,3	+ 1,2	+ 0,1	− 0,4
1822,5	+ 3,0	+ 1,0	+ 0,8	+ 1,1	+ 1,7	+ 2,3
1823,9	+ 2,7	+ 1,1	+ 1,4	+ 2,0	+ 1,3	+ 0,9
1825,2	− 0,1	− 0,6	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,2	− 0,1
1826,6	+ 4,1	+ 2,7	+ 2,0	+ 2,2	+ 2,0	+ 1,9
1830,8	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,1	+ 3,7	+ 3,6	+ 3,3
1832,2	− 0,4	+ 0,7	+ 1,3	+ 2,2	+ 2,0	+ 1,7

Dates.	Ascension droite. I.	II.	III.	Déclinaison. I.	II.	III.
1833,6	− 2″,7	− 1″,0	− 1″,1	+ 2″,8	+ 2″,9	+ 3″,2
1835,0	− 0,1	+ 0,5	+ 0,7	+ 1,3	+ 1,4	+ 1,1
1836,2	− 2,2	− 0,6	− 0,3	+ 0,9	+ 0,3	+ 0,3
1837,8	− 1,2	− 0,8	− 1,1	0,0	+ 0,1	0,0
1839,0	− 1,3	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,9	+ 0,9	+ 0,7
1840,4	− 3,8	− 2,1	− 2,1	+ 0,6	+ 0,2	+ 0,4
1841,9	− 0,4	+ 0,1	+ 0,1	− 0,1	0,0	− 0,2
1843,1	− 3,2	− 1,1	− 0,9	+ 1,5	+ 1,0	+ 0,9
1844,6	− 1,3	− 1,0	− 1,4	+ 0,3	+ 0,5	+ 0,5
1845,9	− 0,6	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,9	+ 1,0	+ 0,9
1847,3	− 0,1	+ 0,7	+ 0,4	0,0	− 0,3	− 0,1
1848,8	− 1,1	− 0,9	− 0,9	− 0,3	− 0,3	− 0,3
1850,1	− 1,0	− 0,3	− 0,3	0,0	0,0	− 0,1
1851,5	− 1,5	− 0,9	− 1,0	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,5
1852,9	+ 0,7	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,9	+ 0,7	+ 0,7
1854,2	− 0,1	+ 0,1	− 0,2	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,3
1855,7	+ 0,7	0,0	+ 0,2	+ 1,1	+ 1,0	+ 1,0
1857,0	+ 1,4	+ 0,2	0,0	+ 0,5	+ 0,2	+ 0,2
1858,3	+ 2,8	+ 1,5	+ 1,3	− 1,5	− 0,9	− 0,9
1859,8	+ 0,2	− 0,6	− 0,4	+ 0,1	− 0,3	− 0,1
1861,1	+ 1,2	− 1,0	− 1,3	− 0,3	− 0,1	− 0,1
1862,6	+ 3,2	+ 0,6	+ 1,1	− 1,2	− 0,9	− 1,1
1863,9	+ 2,0	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,7	+ 0,1	+ 0,3
1865,2	+ 2,1	− 0,8	− 1,1	− 0,6	+ 0,4	+ 0,5
1866,7	+ 0,5	− 1,6	− 0,9	− 0,2	− 1,0	− 0,7
1868,0	+ 3,1	+ 1,2	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,5	+ 0,7
1869,4	+ 0,4	− 1,7	− 1,3	+ 0,2	+ 0,9	+ 0,5
1870,8	+ 0,5	− 0,7	− 0,5	+ 1,4	+ 0,9	+ 1,2
1872,1	+ 2,0	+ 1,4	+ 0,9	− 0,3	− 0,2	0,0
1873,6	+ 1,1	− 0,8	0,0	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2
1875,0	+ 0,3	+ 0,1	− 0,2	− 0,7	− 0,8	− 0,5
1876,3	− 0,1	+ 0,3	− 0,1	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1
1877,8	− 2,1	− 2,2	− 1,7	− 0,7	− 0,8	− 0,4
1879,1	− 0,3	+ 0,8	+ 0,2	− 0,8	− 0,7	− 0,5
1880,5	− 3,1	− 1,5	− 0,8	+ 2,0	+ 1,6	+ 0,9
1881,9	− 0,6	+ 0,2	+ 0,2	− 1,1	− 0,8	− 0,4
1883,2	− 0,4	+ 1,5	+ 0,6	− 0,4	− 0,8	− 0,6
1884,7	+ 0,9	+ 1,7	+ 2,6	0,0	0,0	+ 0,1
1886,0	− 0,9	+ 1,1	+ 0,5	− 1,1	− 0,6	− 0,3
1887,3	− 0,2	+ 1,9	+ 1,3	− 0,2	− 1,0	− 1,3
1888,8	− 0,4	+ 1,0	+ 1,4	− 0,2	+ 0,3	+ 0,8
Σd^2...	291	73	58	69	60	57

» L'examen de ces Tableaux montre que l'introduction de l'influence séculaire des petites planètes ne modifie pas suffisamment les résidus pour en tenir compte efficacement dans la formation des Tables de Vesta,

mais que les masses de Jupiter et de Mars nécessitent une correction appréciable.

» Les positions géocentriques de Vesta ont été obtenues par l'emploi des Tables solaires de Le Verrier. En tenant compte des variations apportées aux positions du Soleil par suite du changement des masses de Mars et Jupiter, la discussion des observations méridiennes de Vesta, faites pendant près d'un siècle, fournira peut-être quelques renseignements relatifs aux éléments de notre planète. Cette recherche sera l'objet d'une Communication ultérieure. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la conductibilité des acides organiques tribasiques; caractéristique nouvelle de la basicité.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré, dans une Note précédente, comment l'étude des conductibilités électriques permet de distinguer les sels neutres des acides monobasiques ou bibasiques en dissolution.

» Un excès d'acide ajouté au sel neutre n'exerce aucune action chimique si l'acide est monobasique, tandis qu'il exerce une action très marquée si l'acide est bibasique, par suite de l'existence, dans ce dernier cas, d'un sel acide partiellement dissocié.

» A plus forte raison en sera-t-il de même si l'acide est tribasique, et les abaissements de conductibilité successifs produits par des excès croissants d'acide se prolongeront plus longtemps à cause de la présence d'un second sel acide.

» Mes observations ont porté sur les acides carballylique, citrique et aconitique.

Acide carballylique.

Nombre d'équivalents d'acide ($\frac{1}{500}$ mol.).	Nombre d'équivalents de potasse ($\frac{1}{100}$ mol.).	Observé.	Calculé.	Écart.	Différence en centièmes.
1,000	0,000	0,204	»	»	»
0,900	0,100	0,154	0,195	0,041	21,0
0,850	0,150	0,156	0,208	0,052	25,0
0,800	0,200	0,173	0,236	0,063	26,7
0,750	0,250	0,202	0,266	0,064	24,0
0,667	0,333	0,267	0,320	0,053	16,5
+0,500	0,500	0,446	»	»	» + sel neutre
0,333	0,667	0,843	0,891	0,048	5,4
0,250	0,750	1,058	1,077	0,019	1,7
0,200	0,800	1,192	1,202	0,010	0,8

Acide citrique.

	Acide ($\frac{1}{100}$ moléc.)	Potasse ($\frac{1}{100}$ moléc.)	Observé.	Calculé.	Écart.	Différence en centièmes.
	1,000	0,000	0,660	»	»	»
	0,750	0,250	0,432	0,557	0,125	22,4
	0,667	0,333	0,390	0,525	0,135	25,7
	0,500	0,500	0,384	0,568	0,184	32,4
	0,333	0,667	0,536	0,618	0,082	13,2
Sel neutre...	0,250	0,750	0,648	»	»	»
	0,200	0,800	0,826	0,876	0,050	5,7
	0,167	0,833	0,997	0,985	»	»

Acide aconitique.

	Acide ($\frac{1}{100}$ moléc.)	Potasse ($\frac{1}{100}$ moléc.)	Observé.	Calculé.	Écart.	Différence en centièmes.
	1,000	0,000	0,817	»	»	»
	0,750	0,250	0,532	0,676	0,144	21,3
	0,667	0,333	0,468	0,653	0,185	28,3
	0,500	0,500	0,425	0,627	0,202	32,2
	0,333	0,667	0,545	0,628	0,093	14,5
Sel neutre...	0,250	0,750	0,650	»	»	»
	0,200	0,800	0,816	0,876	0,060	6,6
	0,167	0,833	0,965	0,976	0,011	1,3

» J'ai déterminé les données analogues pour l'acide mellique.

» Si l'on suppose connu le *poids moléculaire* de l'acide (par les densités de vapeur de l'acide ou de ses éthers, par les points de congélation ou par toute autre méthode), on peut, à l'aide d'un calcul simple, reconnaître le degré même de la basicité de l'acide. Il suffit d'ajouter à une molécule d'acide une, deux, trois, etc., molécules d'alcali et de voir après laquelle de celles-ci s'arrête l'influence de la conductibilité, en se rappelant toutefois qu'il a été remarqué plus haut qu'une molécule de potasse ajoutée après la saturation produit encore une faible action résiduelle.

» Avec les acides monobasiques on aura de faibles différences :

	Formique.	Acétique.	Benzoïque.	Glycolique.
Deuxième molécule de potasse.....	0,04	0,04	0,04	0,05

» Ces différences mesurent l'action résiduelle de la potasse.

» Avec les acides bibasiques on aura des différences considérables pour la deuxième molécule de potasse; mais la troisième molécule n'exer-

cera plus qu'une action résiduelle, analogue à celle de la deuxième pour les acides monobasiques.

	Oxalique.	Malonique.	Succinique.	Pyrotartrique.	Phtalique.	Camphorique.
Deuxième molécule de potasse............	0,31	0,28	0,29	0,31	0,31	0,32
Troisième molécule....	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,05

» De même avec les acides tribasiques, la deuxième et la troisième molécule exercent une action considérable.

	Acide citrique.	Acide aconitique.
Deuxième molécule..............	0,31	0,33
Troisième molécule..............	0,20	0,20
Quatrième molécule..............	0,05	0,05

» Enfin les différences analogues relatives à la deuxième, troisième, quatrième, cinquième et sixième molécule ajoutées à une molécule d'acide mellique (acide hexabasique), sont :

0,35, 0,29, 0,28, 0,21, 0,12.

» Elles répondent aux six basicités de l'acide.

» La septième molécule ne produit plus qu'une différence de conductibilité égale à 0,02.

» Les conductibilités électriques fournissent donc une caractéristique nouvelle pour la basicité des acides dont on connaît le poids moléculaire; on peut définir ainsi, par des procédés purement physiques, l'équivalent et la basicité d'un acide, sans en connaître ni la formule, ni même la composition élémentaire. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons formées par l'ammoniaque avec les chlorures.* Note de M. JOANNIS.

« On connaît, pour la plupart des métaux, des combinaisons formées par le gaz ammoniac avec les chlorures métalliques; cependant, d'après divers chimistes, Rose entre autres, les chlorures de sodium, de potassium et de baryum ne se combinent pas avec l'ammoniaque.

» J'ai été amené, en continuant les recherches que j'ai entreprises sur le sodammonium, à m'occuper de ces chlorures et en particulier du chlorure de sodium, corps qui pouvait se former dans les réactions du sodam-

monium sur les chlorures métalliques; ces réactions sont compliquées et il est nécessaire, pour les interpréter, d'étudier d'abord l'action de l'ammoniaque sur le chlorure de sodium et celle du sodammonium sur le chlorure de sodium.

» *Chlorure de sodium.* — Du chlorure de sodium pur, fondu récemment, était introduit, encore chaud, dans un tube résistant bien sec, taré au préalable et pesé de nouveau. On le mettait en communication, à l'aide de tubes de plomb mastiqués, avec un réservoir en verre contenant de la potasse solide, où du gaz ammoniac liquéfié séjournait depuis quelque temps; en refroidissant le tube à chlorure de sodium, l'ammonium distillait dans le tube froid; en opérant vers —10° et en employant quelques centimètres cubes d'ammoniaque liquide, on arrivait à dissoudre tout le chlorure de sodium employé, et la tension du gaz ammoniac était un peu inférieure à celle de l'ammoniaque liquide à cette température. Si l'on refroidissait alors davantage, à — 30° par exemple, et si on laissait partir de l'ammoniaque à cette température, on voyait bientôt de fines aiguilles blanches apparaître dans le liquide. On peut ainsi chasser tout l'excès d'ammoniaque, et lorsqu'il ne dégage plus aucune bulle de gaz, sous la pression atmosphérique à — 30°, même en attendant une demi-heure, on laisse monter lentement la température; il sort alors une bulle de temps en temps, provenant de la dilatation du gaz contenu dans l'appareil. A partir de — 24° il commence à sortir un peu plus de gaz que le calcul ne l'indique d'après les dimensions de l'appareil. A partir de ce moment, on laisse la température monter, en recueillant tout le gaz qui se dégage dans de l'acide sulfurique titré. On tient compte de ce que, au commencement, une partie de l'appareil est pleine d'ammoniaque à — 24°, tandis qu'à la fin cette partie est pleine de gaz à 0° (on a mis finalement l'appareil dans de la glace). On a déterminé ainsi directement les poids d'ammoniaque et de chlorure de sodium qui entrent dans le composé.

» Voici les nombres obtenus dans trois analyses :

	Poids de NaCl.	Rapport $\frac{AzH^3}{NaCl}$.
I	0,6744	5,018
II	0,4048	5,007
III	0,4472	4,968
	Moyenne	4,998

» La formule de ce composé est donc $NaCl + 5AzH^3$.

» Voici les tensions de dissociation de ce corps à différentes températures.

°	mm
— 24	777
— 20,8	892
— 17,5	1074
— 15,0	1305
— 10,0	1777
— 7,0	2130

» *Chlorure de potassium.* — Je n'ai pas obtenu de combinaison avec l'ammoniaque, même en opérant à — 72°, qui pût être décelée par une tension de dissociation propre. J'ai refroidi à — 72° trois tubes contenant du chlorure de potassium et de l'ammoniaque liquide en proportions variables ; ces trois tubes contenaient, pour 1 équivalent de chlorure de potassium, le premier $0^{éq},32$, le deuxième $1^{éq},92$ et le troisième 18 équivalents d'ammoniaque. Ce dernier tube contenait ainsi une solution *saturée* soit de chlorure de potassium, soit de chlorure ammoniacal de potassium. Les trois tubes m'ont donné très sensiblement la même tension, aussi bien à — 72° qu'à des températures plus élevées; la différence de cette tension et de celle de l'ammoniaque liquide a été trouvée constante et égale à 5^{cm} environ, pour toutes les températures entre — 72° et — 45°.

» S'il existe, à ces températures, un composé de chlorure de potassium et d'ammoniaque, il a une tension de dissociation si voisine de la tension de vapeur de sa solution saturée, qu'il n'a pas été possible de constater de différence, surtout à ces basses températures, difficiles à maintenir longtemps constantes ; on n'a pas pu, par suite, employer la méthode qui a réussi avec le chlorure de sodium.

» *Chlorure de baryum.* — La combinaison de ce chlorure avec l'ammoniaque est extrêmement lente, et c'est probablement pour cette cause qu'elle n'a pas été obtenue par Rose. Le chlorure de baryum anhydre récemment fondu est introduit, encore chaud, dans un tube taré ; on opère comme avec le chlorure de sodium et on liquéfie de l'ammoniaque anhydre dans le tube contenant le chlorure. Dans ces conditions, la combinaison est assez rapide; on place ensuite le tube à chlorure à 0°, et, ouvrant un robinet, on laisse échapper toute l'ammoniaque qui peut partir. On constate qu'il reste un composé qui a pour formule $BaCl, 4AzH^3$ (AzH^3, trouvé 39,57 pour 100; théorie 39,53), qui possède à 0° une tension supérieure à la pression atmosphérique. Elle est de 541^{mm} à 0° et de 1850^{mm} à 28°,4. Si l'on enlève alors de l'ammoniaque, on constate que cette pression persiste jusqu'à ce qu'on ait enlevé les 4 équivalents de ce gaz.

» Ainsi, des composés contenant pour 1 équivalent de chlorure de baryum ($0^{éq},462$), ($0^{éq},827$), ($1^{éq},817$) ou ($3^{éq},232$) d'ammoniaque, possédaient la même tension de dissociation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des isopurpurates.* Note de M. Raoul Varet.

« Hlasiwetz a montré que, en chauffant l'acide picrique avec du cyanure de potassium dissous dans l'eau, on obtient de magnifiques matières colo-

rantes rouges, dues à la formation d'isopurpurate de potassium. L'équation de la réaction est la suivante :

$$C^{12}H^{3}Az^{3}O^{14} + 3C^{2}AzK + 3H^{2}O^{2}$$
$$= C^{16}H^{4}Az^{5}O^{12}K + C^{2}O^{4} + AzH^{3} + 2KHO^{2}.$$

» Il m'a paru intéressant d'étudier l'action des cyanures métalliques proprement dits (zinc, cuivre, mercure, argent) sur l'acide picrique et les picrates, afin de savoir quels sont ceux d'entre eux qui sont susceptibles d'entrer en réaction et de déterminer les conditions qui règlent la formation des isopurpurates.

» I. *a. Cyanure de zinc et acide picrique.* — On projette du cyanure de zinc, par petites quantités, dans une solution aqueuse d'acide picrique maintenue à l'ébullition. Il y a dégagement d'acide cyanhydrique et formation de picrate de zinc, sur lequel réagit l'excès de cyanure de zinc. On chauffe pendant trente-six heures, en ayant soin d'ajouter de l'eau de temps en temps, afin de remplacer celle qui s'évapore. La liqueur, d'abord jaune, prend une teinte de plus en plus rouge. On filtre, pour séparer les produits insolubles, et on lave à l'eau bouillante le précipité retenu par le filtre. La liqueur obtenue, évaporée doucement au bain-marie, laisse déposer des cristaux rouges, formés par un mélange d'isopurpurate de zinc et d'isopurpurate d'ammoniaque. Quelquefois on obtient ces deux sels à l'état de combinaison, mais ce dernier corps ne peut pas être reproduit à volonté.

» La formation d'isopurpurate d'ammoniaque résulte de la substitution de l'ammoniaque qui prend naissance dans la réaction à l'oxyde de zinc du picrate. Les quantités respectives du sel de zinc et du sel d'ammoniaque formés dépendent du temps pendant lequel on maintient à l'ébullition le mélange de picrate et de cyanure, les produits secondaires de la réaction réagissant sur l'isopurpurate de zinc pour le décomposer avec mise en liberté d'ammoniaque.

» *b. Cyanure de zinc et picrate d'ammoniaque.* — Quand on maintient à l'ébullition, dans les conditions précédemment indiquées, du cyanure de zinc avec une solution de picrate d'ammoniaque, on obtient seulement de l'isopurpurate d'ammoniaque; il n'y a pas formation d'isopurpurate de zinc.

» II. *Cyanure de mercure.* — Quand on chauffe du cyanure de mercure avec une solution d'acide picrique, on constate qu'il ne se dégage pas d'acide cyanhydrique et qu'il ne se forme pas d'isopurpurate.

» Il en est de même avec les picrates d'ammoniaque, de potassium, de

baryum et de strontium. Avec ces derniers, il y a précipitation de baryte ou de strontiane et formation de combinaisons résultant de l'union du cyanure de mercure et de l'acide picrique avec le picrate de baryum ou avec celui de strontium.

» III. *Cyanure d'argent.* — Le cyanure d'argent ne réagit pas sur l'acide picrique ou le picrate de potasse pour donner des isopurpurates.

» IV. *Cyanure de cuivre.* — Le cyanure de cuivre, chauffé avec de l'acide picrique, ne fournit pas d'isopurpurate; il prend seulement une teinte verte très vive, qui disparaît quand on le lave avec de l'eau. Il y a probablement formation d'une combinaison très instable.

» En résumé, on voit :

» 1° Que les cyanures d'argent, de mercure et de cuivre ne réagissent pas sur l'acide picrique ou les picrates pour donner des isopurpurates.

» 2° Le cyanure de zinc au contraire réagit, mais bien plus lentement que les cyanures alcalins. Avec le picrate d'ammoniaque, il donne de l'isopurpurate d'ammoniaque; avec l'acide picrique, il donne un mélange d'isopurpurate de zinc et d'isopurpurate d'ammoniaque.

» L'examen des données thermochimiques montre que l'acide picrique déplace l'acide cyanhydrique des cyanures susceptibles de donner des isopurpurates (cyanures alcalins, alcalino-terreux, cadmium, zinc). C'est le contraire qui a lieu, d'après ces mêmes données, pour les cyanures de cuivre, de mercure, d'argent. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le mode de combinaison de l'acide sulfurique dans les vins plâtrés et sur la recherche de l'acide sulfurique libre.* Note de M. L. MAGNIER DE LA SOURCE, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (¹), MM. Roos et Thomas se refusent à admettre qu'un vin plâtré puisse, à un moment quelconque, renfermer du bisulfate de potassium. J'ai été amené à penser, au contraire, que ce sel doit toujours prendre naissance dans un vin plâtré *à fond*. J'ai basé ma démonstration sur les raisonnements suivants :

» Un vin plâtré *à fond* ne renferme aucune réserve de potasse, en dehors de celle qui est nécessaire pour transformer l'acide sulfurique en sulfate neutre; mais un pareil vin contient, lorsqu'il a été plâtré avec du plâtre

(¹) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 575.

pur, la même quantité d'acide tartrique qu'un vin non plâtré de même origine. Si donc, à un moment quelconque, il s'y forme un dépôt de tartre, ce tartre ne pourra avoir pris naissance qu'en enlevant au sulfate neutre une partie de la potasse qu'il renferme, c'est-à-dire en produisant du bisulfate.

» Le raisonnement de MM. Roos et Thomas s'applique sans difficulté aux vins qui sont partiellement plâtrés, et je reconnais volontiers que presque tous les vins traités par le plâtre sont dans ce cas; mais j'ai prouvé autrefois que les conditions ci-dessus définies peuvent être réalisées et j'ai raisonné, non sur les vins livrés le plus souvent par le commerce, mais sur des vins dont je donnais l'analyse et dont j'indiquais l'origine.

» Les vins semblables à celui-ci sont rares, mais tous ceux qui ont fréquemment l'occasion d'analyser des vins plâtrés en ont rencontré et ont été frappés de la faible différence existant entre leur poids total de cendres et celui du sulfate de potasse. C'est en opérant sur des vins de cette espèce qu'Henninger, M. Ch. Girard et moi-même avons pu constater la présence d'acide sulfurique soluble dans l'alcool ou dans l'alcool éthéré.

» Pour rechercher dans un vin l'acide sulfurique libre, MM. Roos et Thomas ont recours à un procédé détourné qui consiste à substituer l'acide chlorhydrique à l'acide sulfurique. Cette substitution ne me paraît pas présenter de grands avantages. Le Comité consultatif d'hygiène de France partage mon opinion, puisqu'il se borne à conseiller l'analyse complète des cendres. Dans toute opération bien conduite, les résultats sont forcément identiques, mais la recherche directe étant beaucoup plus simple paraît devoir être préférée.

» Afin de me rendre compte de la sensibilité du procédé indiqué par M. le Rapporteur du Comité consultatif d'hygiène de France, j'ai pris un vin non plâtré, d'origine sûre, renfermant $0^{gr},32$ d'acide sulfurique naturel par litre (calculé en SO^4H^2).

» Ce vin a été additionné d'acide sulfurique libre dans les proportions suivantes :

	Par litre.	
α	4,00 gr	(imbuvable).
β	1,80	(imbuvable).
γ	1,00	(très acide, mais bon).
δ	0,55	(saveur des plus agréables).

» Chacun des mélanges a été partagé en deux portions égales : l'une n'a subi aucun traitement, l'autre a été saturée par le carbonate de potasse pur.

» Les huit échantillons ainsi obtenus ont été évaporés à sec au bain-marie, carbonisés

ensuite avec les précautions ordinaires et finalement chauffés jusqu'au rouge pour détruire le charbon.

» Dans la cendre, on a dosé l'acide sulfurique total; les résultats obtenus sont les suivants :

	Vin additionné de H^2SO^4, par litre.		Vin additionné de H^2SO^4 et de CO^3K^2, par litre.
	gr		gr
α.........	1,19	α'.........	4,01
β.........	1,21	β'.........	2,00
γ.........	1,20	γ'.........	1,30
δ.........	0,84	δ'.........	0,86

» Que conclure de ces résultats, sinon qu'à partir de 1^{gr} d'acide sulfurique par litre l'addition ne saurait être décelée par l'analyse des cendres?... On remarquera que cette dose est précisément la limite au-dessous de laquelle la dégustation devient incapable de reconnaître une saveur anormale, et cela se conçoit aisément; au-dessous de cette limite, l'acide sulfurique ne demeure pas à l'état de liberté dans le vin, mais emprunte aux combinaisons à base de potasse que renferme ce liquide l'alcali nécessaire pour le transformer en sulfate neutre.

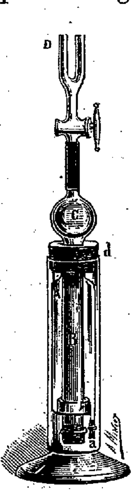
» MM. Roos et Thomas admettent que toute molécule d'acide tartrique mise en liberté par l'action du sulfate de chaux pendant l'opération du plâtrage se sature aux dépens des réserves de potasse que possède le vin, comment refuseraient-ils à l'acide sulfurique le pouvoir d'exercer une action analogue? Si donc l'acide sulfurique ajouté à faible dose dans un vin *non plâtré* (¹) cesse d'exister à l'état libre, aucun procédé ne saurait permettre de le retrouver sous cette forme, à moins qu'on ne la lui restitue par une réaction secondaire, auquel cas les résultats obtenus n'auraient plus la moindre signification, puisqu'ils pourraient aussi bien s'appliquer au sulfate de potasse naturel qu'au sulfate de potasse provenant du plâtrage. »

(¹) Ce cas est le seul qui doive être examiné, l'acidification par l'acide sulfurique n'ayant d'autre objet que de remplacer le plâtrage, conformément aux indications données par M. Armand Gautier dans l'article *Vin* du Dictionnaire de Chimie pure et appliquée.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Olfactomètre fondé sur la diffusion à travers les membranes flexibles.* Note de M. **Charles Henry**.

« Le but de l'olfactomètre est de déterminer le poids d'odeur par centimètre cube d'air qui correspond au minimum perceptible et aux divers degrés de la sensation olfactive.

» L'instrument, construit par G. Berlemont, consiste en un réservoir de verre A traversé par deux tubes glissant l'un dans l'autre : 1° un tube de papier B, bouché par le bas; 2° à l'intérieur de celui-ci, un tube de verre gradué en millimètres, qui émerge en C et qu'on introduit dans



une des narines, en bouchant l'autre. Pour les dosages d'intensités plus fortes que le minimum perceptible, l'instrument est muni d'un robinet et d'un tube en fourche D. On introduit le liquide odorant en *a* dans le réservoir; une fois ce réservoir saturé, on enferme le tout dans une éprouvette bien close par le bouchon *d*. L'opérateur soulève avec la main le tube C d'un mouvement uniforme qui est réalisé très approximativement : je m'en suis convaincu en armant le tube d'un stylet perpendiculaire, qu'on mettait en contact avec un cylindre enregistreur. La vapeur s'écoule du réservoir dans le tube de verre. Le sujet respire normalement. Il serait facile d'obtenir, par une ceinture inextensible qui ne permettrait qu'une dilatation définie de la cage thoracique, la constance d'intensité de l'inspiration; mais cette précaution, suffisante comme on peut le vérifier par un

pneumographe Verdin, détermine une gêne, nuisible à l'expérience. Au moment où la sensation minima se produit, l'opérateur arrête le mouvement; il note la hauteur et la durée de soulèvement. Avec ces deux éléments, avec un nombre dépendant à la fois de l'expérience et d'une constante de chaque appareil, enfin avec une constante du corps odorant, on obtient le minimum perceptible.

» En effet, soit Q′ le poids de la vapeur considérée qui passe du réservoir saturé dans le tube à travers le papier en une seconde et par millimètre carré, soit P le poids qui a passé au bout du temps t en découvrant le tube de papier de rayon R sur une hauteur z avec la vitesse constante de soulèvement a; à chaque instant, on a

$$dP = Q' 2\pi R z\, dt + Q' 2\pi R\, dz\, dt;$$

mais le deuxième terme est un infiniment petit de second ordre que l'on peut négliger. L'expérience et un calcul simple ont montré qu'on peut également négliger les valeurs successives de la pression de la vapeur dans le tube. Puisque $z = at$, il vient

$$\frac{dP}{dt} = Q' 2\pi R a t;$$

d'où, en intégrant et en remplaçant a par sa valeur,

$$P = Q' \pi R z t.$$

» Si l'on appelle V le volume du tube de verre, l'espace parfumé est $V + \pi R^2 z$; le minimum perceptible M est, d'après la définition, $\frac{P}{V + \pi R^2 z}$; le quotient $\frac{\pi R}{V + \pi R^2 z} = B$ est un nombre dépendant à la fois de l'expérience et de l'appareil, de sorte que l'on a, en supposant la vapeur parfaitement diffusée dans tout l'espace,

(1) $$M = B z t Q'.$$

» Pour déterminer Q′ considérons deux surfaces d'évaporation égales à l'unité, l'une à l'air libre, l'autre recouverte du papier de l'olfactomètre, c'est-à-dire d'un septum flexible, *au-dessus et au-dessous duquel la pression totale est la même, les pressions partielles de la vapeur et de l'air étant différentes;* en désignant par A une constante dépendant à la fois du liquide et de la pression atmosphérique, on a pour le poids q qui s'évapore à l'air libre, F étant la tension maxima, f la tension de la vapeur dans l'atmosphère (généralement nulle sauf pour la vapeur d'eau),

(2) $$q = A(F - f).$$

» Dans le cas de la surface recouverte du papier, la pression de la vapeur a immédiatement au-dessus de la membrane la même valeur f, nulle en général; mais, immédiatement au-dessous, elle a une valeur φ notablement différente, de sorte qu'il faut poser, pour le poids q' qui s'évapore à travers le papier,

(3) $$q' = A(F - \varphi).$$

» Des expériences poursuivies avec M. Gustave Robin nous ont donné ce résultat remarquable que $\frac{q'}{q}$ est le même pour tous les corps, indépendant de la température dans les limites observées ($+4^\circ$ à 14°) et égal, en moyenne, à 0,65. Nous avons trouvé, en effet : alcool : 0,63; éther : 0,67; chloroforme : 0,63; vapeur d'eau : 0,66; sulfure de carbone : 0,66; benzine : 0,65.

» Soit α ce rapport. Poursuivant l'analogie de la diffusion de la vapeur avec la diffusion de la chaleur, considérons un coefficient θ, qui ne dépend que du papier et du corps, nous pouvons poser

$$q' = \theta(\varphi - f); \tag{4}$$

d'où, en égalant (3) et (4) et en éliminant les tensions,

$$\theta = A\frac{\alpha}{1-\alpha}. \tag{5}$$

» Mais, comme on a également $Q' = \theta F$, on obtient, en remarquant que dans le tube de l'olfactomètre $f = 0$,

$$Q' = q\frac{\alpha}{1-\alpha}. \tag{6}$$

» La surface du tube de papier étant collée sur $\frac{1}{4}$ environ, il faut multiplier cette valeur par le coefficient $\frac{11}{12}$ que l'on a calculé en dosant les poids d'ammoniaque qui, dans les mêmes conditions de température, passent soit à travers le papier simple, soit à travers le papier collé $\left(\frac{11}{12}\frac{\alpha}{1-\alpha} = 1,69\right)$.

» La nécessité d'opérer très rapidement, à cause de l'altération facile à l'air de la plupart des essences odorantes, m'a fait recourir, pour obtenir q, à des aréomètres de tiges de $0^{mm},5$ environ de diamètre, surmontés chacun pour le liquide d'une coupelle d'argent de $0^{cc},574$, lesquels se déplacent dans l'alcool le long d'une règle divisée, et qu'on maintient dans un bain à une température aussi constante que possible. En vue d'éviter les perturbations thermo-électriques, on gradue l'appareil avant et après chaque évaporation en notant le nombre de divisions dont se déplace la tige cylindrique sous un poids étalonné. Dans les expériences rapportées ci-dessous et exécutées à $10^\circ,5$, les nombres obtenus avant et après ont été trouvés identiques. Au début, l'évaporation est en général intense; elle ne devient proportionnelle au temps qu'au bout de quelques minutes. Ce sont ces valeurs permanentes qu'on a choisies, et elles se sont montrées pour l'éther remarquablement concordantes avec celles que fournit l'évaporation dans des tubes cylindriques (0,7 au lieu de 0,6), l'unité adoptée étant le millième de milligramme :

Éther..........	0,7	Romarin........	0,0446	Winter-green...	0,0165
Ylang-Ylang....	0,0176	Carvie.........	0,0315	Bergamotte.....	0,0331
Portugal.......	0,0567	Menthe anglaise.	0,0354	Lavande........	0,0292

» Pour l'éther, dont on connaît F, on a $\theta = 0,00451$.

» C'est d'après ces nombres qu'ont été calculés par la formule (1) les minima perceptibles suivants, toujours en millièmes de milligramme et à 10°, 5 :

Sujets.	Ylang-Ylang.	Menthe.	Romarin.	Winter-green.	Éther.	Portugal.
A....	9,768	18,083	114,92	28,392	349,83	98,02
B....	4,546	17,069	3,633	1,87	23,322	4,343
C....	15,9	»	7,01	9,04	189	15,5
D....	37,5	130	181	49,1	2490	»

» Ces nombres varient considérablement suivant la constitution anatomique et physiologique des sujets et suivant l'odeur; en général, ils paraissent être en corrélation directe avec le caractère agréable de l'odeur pour chaque sujet; c'est une des raisons pour lesquelles D a pu présenter avec l'éther un chiffre aussi élevé. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action de certaines substances médicamenteuses, et en particulier de l'extrait de valériane, sur la destruction de la glycose dans le sang.* Note de M. L. **Butte**, présentée par M. Larrey.

« Claude Bernard a montré que la glycose contenue dans le sang, au moment de son extraction des vaisseaux, finit par disparaître complètement. J'ai voulu rechercher si certaines substances médicamenteuses peuvent retarder ou activer cette disparition et ont pour action de modifier le pouvoir qu'a le sang frais de brûler le sucre qu'il renferme ([1]).

» Mes premières expériences avaient été faites il y a plusieurs années; à cette époque, j'avais dû me servir du procédé de dosage du sucre par la liqueur cupropotassique. Cette méthode, bonne quand on opère avec des solutions pures, n'est qu'approximative quand on analyse des liquides extraits du sang et quand il s'agit de déceler des différences très petites. Aussi ces premiers essais ne m'avaient-ils fourni aucun résultat satisfaisant. Aujourd'hui, grâce aux nouveaux procédés de dosage de la glycose par fermentation, à l'aide de la pompe à mercure, procédé décrit récemment par M. Quinquaud, en collaboration avec M. Gréhant, j'ai pu reprendre mes expériences et obtenir des résultats suffisamment exacts et précis.

» C'est ainsi que j'ai pu constater que l'addition du bicarbonate de soude,

---

([1]) MM. Lépine et Barral (*Comptes rendus*, 19 janvier 1891) et M. Arnaud (*Comptes rendus*, 26 janvier 1891) viennent de publier les résultats des recherches qu'ils avaient entreprises sur le même sujet.

de la morphine, au sang fraîchement recueilli, a pour effet de ralentir la destruction de la glycose; par contre, le curare active cette destruction. Je me bornerai aujourd'hui à indiquer les résultats que m'a fournis l'étude de l'extrait de valériane, dont on a vanté l'heureuse influence dans le traitement de certaines formes de diabète sucré.

» J'ai d'abord recherché ce que devient la glycose dans le sang fraîchement extrait de l'artère et mis en contact avec l'extrait de valériane.

» Pour cela, après avoir défibriné 300^{gr} de sang, immédiatement après son extraction de la carotide d'un chien, j'y ai ajouté 3^{gr} de glycose; je les ai divisés en trois parties égales; j'ai dosé le sucre immédiatement dans la première et j'ai introduit les deux autres dans des flacons dont l'un contenait 8^{cc} d'eau distillée et l'autre 8^{cc} de solution d'extrait de valériane au $\frac{1}{10}$, soit 8^{cgr}. Ces deux flacons ont été alors placés à l'étuve à 38°.

» La glycose ajoutée n'avait d'autre but que de rendre le phénomène plus net.

» Toutes ces opérations ont été faites avec la plus grande rapidité et n'ont pas duré plus de cinq minutes à partir de l'extraction du sang.

» L'analyse du premier sang traité immédiatement a donné $0^{gr},933$ de glycose.

» Les deux autres échantillons laissés à l'étuve pendant vingt-quatre heures et traités simultanément ont donné :

Le premier, auquel je n'avais ajouté que de l'eau........	$0^{gr},100$
Le second, auquel j'avais ajouté la valériane............	$0^{gr},457$

» On voit que l'addition d'extrait de valériane au sang a eu pour effet de diminuer considérablement le pouvoir qu'a celui-ci de détruire la glycose qu'il contient. En effet, nous constatons que dans 100^{gr} de sang normal $0^{gr},933 - 0,100 = 0^{gr},833$ de glycose ont disparu, tandis que dans la même quantité de liquide sanguin additionné de substance médicamenteuse la disparition n'est plus que de $0,933 - 0,457 = 0,476$.

» Cette expérience montre, en outre, que le sang normal fait disparaître avec une très grande rapidité la glycose qui y est ajoutée, puisque dans 1^{lit} de sang contenant, tant en glycose surajoutée qu'en glycose faisant partie de sa composition normale, $9^{gr},332$, on n'en trouve plus que $1^{gr},004$ après vingt-quatre heures de séjour à l'étuve à 38°.

» Il m'a semblé intéressant de rechercher si cette action de la valériane pouvait également être observée dans l'économie, et, dans ce but, j'ai analysé le sang pris simultanément dans la veine et dans l'artère d'un chien avant et après l'injection d'extrait de valériane.

» Le 24 novembre à $10^{h}45^{m}$, sur un chien de 15^{kg}, j'ai extrait 20^{gr} de sang du bout

central de l'artère fémorale gauche, et 20^{gr} du bout périphérique de la veine fémorale du même côté, et j'ai obtenu :

	Pour 1000.
	gr
Sang artériel	1,27
Sang veineux	1,11
Glycose disparue	0,16

» De 11^h à $11^h 10^m$, j'ai injecté par le bout central de la veine fémorale gauche 10^{gr} d'extrait de la valériane en solution dans 150^{cc} d'eau distillée. A $12^h 5^m$ (une heure après l'injection), j'extrais 20^{gr} de sang de chacun des vaisseaux fémoraux du côté droit, et j'obtiens par l'analyse :

	Pour 1000.
	gr
Sang artériel	1,66
Sang veineux	1,58
Glycose disparue	0,08

» L'examen des chiffres montre en premier lieu une augmentation de la quantité de glycose contenue dans le sang après l'injection de la valériane : $1^{gr},66$ au lieu de $1^{gr},27$; et, en second lieu, une diminution de moitié dans la quantité de sucre disparue au niveau des capillaires : 0,08 au lieu de 0,16.

» La valériane paraîtrait donc, dans l'économie comme *in vitro*, ralentir la destruction de la glycose contenue dans le sang. Mais ici le phénomène est complexe et des expériences de contrôle sont nécessaires, avant de conclure; c'est ainsi qu'il faut tenir compte de l'action de l'hémorragie.

» On sait depuis longtemps que les hémorragies ont pour action d'augmenter la teneur du sang en sucre, et, *a priori*, on peut être tenté d'attribuer l'accroissement observé dans l'expérience précédente à cette action bien connue.

» En me plaçant dans les mêmes conditions, j'ai obtenu, chez un chien, les chiffres suivants à l'état normal et une heure après l'extraction des 40^{gr} de sang ayant servi à la première analyse :

		gr
État normal	sang artériel	1,22
	sang veineux	1,10
	Glycose disparue	0,12
Une heure après la première extraction	sang artériel	1,61
	sang veineux	1,51
	Glycose disparue	0,10

» Ici la quantité de sucre a également augmenté dans le sang, mais la

destruction de la glycose au niveau des capillaires a subi des modifications bien peu sensibles, et la légère diminution observée est loin d'égaler celle qui a été constatée après l'injection de la valériane.

» Je n'insiste pas plus longtemps aujourd'hui sur cette action que paraît exercer la valériane, comme agent de ralentissement de certains phénomènes de nutrition et qui, en admettant qu'elle donne d'heureux résultats dans le traitement du diabète, serait une preuve à l'appui de ceux qui se refusent à ranger cette affection parmi les maladies par ralentissement de la nutrition. J'y reviendrai dans une prochaine Communication, relative à la pathogénie du diabète. »

ZOOLOGIE. — *Sur les mœurs et métamorphoses de l'*Emenadia flabellata *F. pour servir à l'histoire biologique des Rhipiphorides*. Note de M. A. Chobaut, présentée par M. Blanchard.

« Nous n'avons encore que bien peu de renseignements sur l'histoire biologique des Rhipiphorides, ces singuliers Coléoptères que tous les classificateurs s'accordent à ranger à la suite des Vésicants.

» De par leurs métamorphoses, ils méritent bien, en effet, cette place, car, ainsi que je vais définitivement l'établir, eux aussi ont deux formes larvaires bien distinctes : la première est chargée de la quête des vivres, la deuxième doit les consommer. Le Dr Chapman (¹) a aperçu une seule fois, il y a une vingtaine d'années, le triongulin du *Rhipiphorus paradoxus* L., mais sans savoir, sur le moment, ce que pouvait être cet étrange petit pou. M. S.-H. Fabre (²) arrive à démontrer, par le raisonnement, que le dimorphisme larvaire existe aussi pour le *Myodites subdipterus* Bosc, dont il n'a cependant connu que la deuxième larve. Enfin je vais décrire la larve primaire de l'*Emenadia flabellata* telle que je l'ai vue sortir des œufs de cet insecte : elle diffère du tout au tout de la larve secondaire que j'ai également pu observer et il s'agit bien là d'un véritable triongulin.

» Une autre particularité biologique extrêmement remarquable rattache les Rhipiphorides aux Strepsiptères ou Stylopides. A l'instar de ces derniers ils vivent plus ou moins longtemps dans l'intérieur du corps de leur victime. Le *Rhipidius pectinicornis* Thunb. passe toute son existence de larve

(¹) *Some facts towards a Life-History of* Rhipiphorus paradoxus (*Annals and Magazine of Natural History*, Vol. VI, 4e série, 1870, p. 314-326, Pl. XVI).

(²) *Souvenirs entomologiques*, 3e série, 1886, p. 220-222.

dans l'abdomen des Blattes qui pullulent sur presque tous les navires ([1]).

» Le *Rhipiphorus paradoxus* n'est parasite interne qu'au début de son existence larvaire; il est parasite externe durant tout le reste de cette existence et jusqu'à l'achèvement complet de sa proie ([2]). Il semble en être de même pour le *Myodites* et les *Emenadia*, en particulier pour l'*Emenadia flabellata*, dont je vais résumer l'histoire.

» En février 1890, je recueillis, dans les environs d'Avignon, un nid d'*Odynerus* établi dans la cavité cylindrique d'un roseau de Provence (*Arundo dopax*). Ce nid se composait de trois cellules renfermant chacune une larve de ce genre d'hyménoptères. A quelle espèce d'*Odynerus* appartenaient-elles? Je ne le sais pas encore.

» Vers le commencement de juin, mes trois larves devinrent d'un blanc laiteux, ce qui me parut présager une prochaine transformation en nymphe. Or, un matin, je les trouvai portant chacune une petite larve parasite cramponnée à leur cou et occupée à pomper les sucs de leur victime sans trêve ni repos. Au bout d'une dizaine de jours, il ne restait plus des larves de l'*Odynerus* que la peau et les mandibules.

» La larve parasite avait alors à peu près le même volume que la larve dévorée; elle était apode, sans trace d'yeux ni d'antennes, avec une bouche disposée pour la succion; blanche, elle se composait de treize anneaux, avec quatre tubercules pointus et allongés à la partie dorsale des segments thoraciques et des premiers segments abdominaux.

» Trois ou quatre jours après, j'avais la nymphe. Celle-ci reproduisait très exactement la forme de l'insecte parfait; elle n'avait ni pointe, ni tubercule.

» Du 4 au 6 juillet, j'obtins trois *Emenadia flabellata* à l'état parfait. La loge antérieure du roseau était habitée par un mâle, les deux autres chacune par une femelle.

» Sur ces entrefaites, M. J.-H. Fabre, à qui je m'étais empressé de communiquer le fait, m'engagea vivement à étudier ce curieux cas de parasitisme *ab ovo*.

» Je mis donc mes trois *Emenadia* en volière. Le 18 juillet, j'aperçus une femelle effectuer sa ponte en terre. Je ne pus guère m'emparer que d'une partie de la ponte, soit quarante à cinquante œufs.

» Ces œufs étaient d'un blanc opalescent, allongés, un peu plus renflés

---

([1]) Sundevall, *Beschreibung einer neuen Gattung von Coleopteren*, etc. (*Isis von Ocken*, 1831, Partie XI, p. 1222-1228, Pl. VIII).

([2]) Dr Chapman, *loc. cit.*

à un bout qu'à l'autre, longs d'un peu moins de trois dixièmes de millimètre, à peine perceptibles à l'œil nu. Au bout d'une dizaine de jours, ils prirent une teinte noirâtre.

» Dans les premiers jours d'août, il en sortit de petits poux noirs, à peine longs d'un tiers de millimètre, aplatis, allongés, à corps formé de treize segments, avec deux longues antennes de trois articles, six pattes robustes terminées par un ongle muni latéralement d'expansions membraneuses, deux soies de la longueur du corps sur le dernier segment abdominal et deux autres plus petites sur l'avant-dernier. Tel est donc le triongulin de l'*Emenadia flabellata*, évidemment bien propre à se faire véhiculer par un hyménoptère même peu garni de poils.

» Au sujet de ce coléoptère, nous connaissons donc maintenant par constatation directe : 1° la ponte; 2° l'œuf; 3° la première larve ou triongulin que l'on peut appeler *forme d'acquisition*, car c'est à elle qu'incombe la mission d'arriver jusqu'aux vivres; aussi est-elle munie de pattes, d'antennes, de plaques chitineuses dont elle est garnie comme d'une cuirasse, de tout ce qu'il faut, en somme, pour accomplir cette tâche périlleuse; 4° la forme larvaire définitive ou *forme de possession*, qui a pour objet d'emmagasiner et d'élaborer les matériaux de nutrition; c'est seulement une bouche qui aspire, un estomac qui digère, un corps qui assimile, presque sans déchets, les sucs de sa victime; aussi a-t-elle perdu ses pattes, ses antennes et ses plaques cornées protectrices; 5° la nymphe; 6° l'insecte parfait.

» Il ne nous reste donc plus à connaître que la manière dont le petit pou attaque sa victime et comment il devient la larve secondaire. Il est probable qu'il procède de la même façon que le triongulin du *Rhipiphorus paradoxus* et qu'à cette période de son existence il est parasite interne.

» Résumons maintenant l'histoire biologique de l'*Emenadia flabellata* telle qu'elle nous apparaît. A la mi-juillet la ponte a lieu. Les œufs sont déposés dans le sol et recouverts avec un peu de terre. Ils éclosent dans les premiers jours d'août. C'est l'époque de l'approvisionnement des nids de l'Odynère. Le petit triongulin grimpe dans la toison de l'hyménoptère et se fait charrier jusqu'à son nid. Là il fait choix d'une cellule et s'y établit. Quand la jeune larve d'Odynère a acquis un certain développement, il pénètre sous la peau et devient ainsi parasite interne. Ce n'est qu'au commencement de juin de l'année suivante qu'il apparaît à l'extérieur comme parasite externe. Sous cette nouvelle forme larvaire, il a bientôt fait d'achever sa victime. A la mi-juin il se nymphose. Dès les premiers jours de juillet c'est un insecte parfait qui va s'accoupler et confier à sa progéniture le soin de renouveler le cycle si curieux de ses métamorphoses.

» Il nous faut donc désormais tenir pour tout à fait inexacte l'observation déjà douteuse de Farines ([1]) qui prétend que la larve de l'*Emenadia bimaculata* F. vit dans les tiges de l'*Eryngium campestre* aux dépens de la moelle de cette plante. Mais l'examen attentif de la Note de cet auteur semble prouver qu'il y a eu confusion de sa part et qu'au contraire l'*Emenadia bimaculata* est parasite d'un *Eumenes*, c'est-à-dire d'une guêpe solitaire, comme l'*Emenadia flabellata*.

» En conséquence, je me crois autorisé à poser les deux conclusions suivantes :

» I. Par leur dimorphisme larvaire et leur endoparasitisme transitoire ou persistant, les Rhipiphorides font le passage des vésicants aux Strepsiptères ou Stylopides.

» II. Les *Emenadia* sont parasites des guêpes solitaires (*Odynerus*, *Eumenes*, etc.), à peu près de la même manière que le *Rhipiphorus paradoxus* à l'égard de certaines guêpes sociales (*Vespa germanica* et *V. vulgaris*). »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des nageoires paires du* Cyclopterus lumpus ([2]). Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'embryon le plus jeune chez lequel j'ai pu observer un rudiment de nageoire paire était long de 3^{mm}, sa queue était libre sur une longueur de $0^{mm},8$ et le foie avait déjà $0^{mm},3$; les cupules olfactives et les vésicules auditives étaient bien visibles et l'invagination de l'œil n'était pas encore complètement terminée. A ce stade, le rudiment de la pectorale se présente comme un épaississement blastodermique situé en arrière de l'oreille, tout près de la paroi latérale du corps de l'embryon. Ce rudiment affecte la forme d'une colline limitée par un contour elliptique à grand axe dirigé d'avant en arrière, parallèlement à la ligne médiane dorsale, et la crête de cette colline est située dans l'axe de l'ellipse qui la limite.

» La colline élevant de plus en plus sa crête, jusque-là invisible en dessus, apparaît nettement sous la forme d'un arc demi-elliptique à con-

---

([1]) *Annales des Sciences naturelles*, t. VIII, p. 244; 1826.

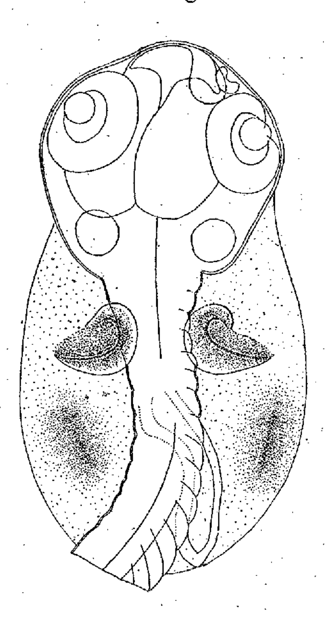
([2]) Ce travail a été fait dans les deux laboratoires maritimes de Roscoff et de Banyuls-sur-Mer.

cavité interne, dont le grand axe fait, avec la ligne médiane du dos, un angle aigu à ouverture postérieure. A ce moment la face interne de la colline est très rapide, tandis que l'externe descend en pente douce jusqu'à la surface du blastoderme. Ensuite la crête du rudiment de la pectorale acquiert un double contour formé par l'épiderme; en même temps elle s'allonge antérieurement et postérieurement : antérieurement en se recourbant en dehors et en arrière, postérieurement en s'allongeant de dedans en dehors. A ce stade apparaissent les ventrales, sous la forme d'un épaississement blastodermique de forme lenticulaire, situé à une petite distance en arrière de la pectorale et tangent au corps de l'embryon. Il résulte de l'accroissement du rudiment de la pectorale dont je viens de parler que bientôt se trouve constitué, à l'extrémité antérieure de celui-ci, un lobule arrondi et que son extrémité postérieure est reportée de plus en plus en dehors et en avant. Au stade suivant, le même processus d'accroissement continuant, le lobule antérieur devient très grand et l'extrémité postérieure du rudiment très éloignée du corps de l'embryon. La ligne qui joint les deux extrémités de l'arc que forme la pectorale fait alors avec la ligne médiane dorsale un angle à ouverture postérieure d'environ 45°. La pectorale a maintenant un limbe libre, tranchant, assez large et son cartilage apparaît. La ventrale, à ce moment, est devenue elliptique et son grand axe est perpendiculaire à la ligne d'insertion de la pectorale. Ce rapport de position est d'un très grand intérêt, car il persiste pendant toute la durée du développement et se retrouve même dans l'adulte.

» Dans la forme qui fait suite à la précédente et que représente la figure annexée à cette Note, la pectorale s'est notablement accrue par son extrémité postérieure, et cet accroissement a été tel que ladite extrémité est maintenant beaucoup plutôt externe que postérieure, car la ligne d'insertion de cette nageoire fait maintenant un angle de plus de 45° avec la ligne médiane dorsale de l'embryon. Le lobule antérieur devenu interne est arrondi et une bonne partie du limbe de la pectorale s'étend au-dessus du corps de l'embryon. A ce stade la ventrale, plus considérable que dans le précédent, présente suivant son grand axe une crête saillante perpendiculaire à la ligne d'insertion de la pectorale. Bientôt le lobule interne de cette dernière nageoire disparaît, et son limbe ne s'étend plus qu'en dedans et en arrière; l'angle que fait sa ligne d'insertion avec le profil dorsal s'agrandit et la crête de la ventrale s'accentue. A mesure que la pectorale augmente, la portion du blastoderme, située entre le rudiment de la ventrale et le corps de l'embryon, s'élargit à peu près de la même quantité que

la première de ces nageoires, car la distance qui sépare les deux nageoires ne diminue que très lentement, tandis que la pectorale augmente très rapidement.

» Dans le stade qui vient immédiatement après le précédent, la ligne d'insertion de la pectorale est devenue tout à fait perpendiculaire à la ligne médiane dorsale. Jusqu'ici la ventrale avait deux plans de symétrie, l'un longitudinal, l'autre transversal; à ce moment, elle n'en a plus qu'un qui est transversal, car sa crête a proliféré vers le haut et se trouve reportée très près du bord interne de cette nageoire, de telle sorte que, vue de



profil, elle présente une face interne creusée en gouttière profonde et une face externe plane, en pente douce, allant se raccorder insensiblement avec la surface du blastoderme.

» Arrivée à ce point de son développement, la ventrale présente un bord à double contour formé par son épiderme. Dans les stades suivants, la pectorale, tout en continuant à augmenter en dimensions, acquiert la baguette d'origine fibreuse qui doit plus tard donner naissance aux os sous-scapulaire, scapulaire et huméral; celle qui doit former le coracoïdien (de Cuvier) n'apparaît que beaucoup plus tard. Comme, à partir du stade que je viens d'examiner, tout l'intérêt du développement se concentre sur la ventrale et que l'espace me manque pour être complet, je ne m'occuperai plus que de cette dernière.

» Après le stade précédent, le cartilage de la ventrale apparaît sous la forme d'une petite baguette qui débute à l'extrémité antérieure de la ligne d'insertion de cette nageoire. Cette baguette s'allonge d'avant en arrière, s'élargit à ses deux extrémités, mais surtout à son extrémité antérieure, tout en se tordant sur elle-même. En même temps, le limbe de la nageoire s'élargit beaucoup plus en arrière qu'en avant. Pendant que tous ces phénomènes s'accomplissent, les pectorales continuent de s'accroître et les ventrales qui, dès le début de leur apparition, n'ont pas cessé d'être pour ainsi dire poussées en dehors et en bas par les pectorales, se rapprochent constamment l'une de l'autre de telle sorte que, quand leurs premiers rayons apparaissent (ce sont les plus antérieurs qui se montrent les premiers), ces nageoires se trouvent toutes deux sur la face inférieure du vitellus et sont encore séparées l'une de l'autre par un intervalle plus large en arrière qu'en avant. A ce moment la tête de leur cartilage touche l'extrémité la plus inférieure de la tige fibreuse de la ceinture scapulaire. Quelque temps après, les ventrales s'étant rapprochées encore plus, on trouve leur cartilage dilaté en avant et en arrière; les rayons antérieurs sont déjà doubles tandis que les postérieurs sont encore à l'état rudimentaire. Lorsque tous les rayons sont doubles, les deux ventrales ont leurs bords internes parallèles; à ce moment-là, la région étranglée du cartilage s'épaissit et finalement donne naissance à une pointe cartilagineuse dirigée en avant et en dedans, qui va au-devant de celle du cartilage opposé. C'est à ce stade que les deux ventrales s'accollent l'une à l'autre pour former le disque adhésif ventral. Le bord de celui-ci porte pendant quelque temps encore une échancrure antérieure et une postérieure, puis peu à peu l'accollement devient plus intime et les cartilages eux-mêmes se touchent. La ventouse est alors parfaitement constituée et en état de fonctionner. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelle Cycadée fossile.* Note de M. Stanislas Meunier.

« M. Armand Viré a bien voulu envoyer à la Collection géologique du Muséum, en me priant de le déterminer, un échantillon provenant du corallien supérieur de Verdun (Meuse) : c'est un fragment de calcaire à grains assez grossier, à la surface duquel se montre, avec une grande netteté, une empreinte très singulière.

» L'objet dont il s'agit, de 123^{mm} de longueur et de 51^{mm} de largeur maxima, se présente d'abord avec une apparence analogue à celle des poissons pleuronectes plus ou moins semblables aux Soles et aux Limandes et possédant, sur tout son pourtour, des franges divergentes simulant une nageoire continue. Toutefois, il suffit d'un coup d'œil pour reconnaître qu'il ne s'agit pas d'un poisson, et que le vestige provient d'une plante qui, pour être nouvelle, à ce qu'il paraît, n'est pas cependant pour cela privée d'analogie avec des végétaux fossiles déjà connus.

» C'est évidemment un organe foliacé, dont la consistance devait être coriace et dont la forme générale est régulièrement ovale-lancéolée. Vers sa base, qui manque d'ailleurs, on remarque quelques stries transversales, résultant peut-être d'un craquèlement ou d'une déchirure des tissus. Cette sorte de feuille se divise en trois parties, dont une moyenne et deux marginales ayant toute la longueur de l'organe. La portion médiane a 8^{mm} à sa base, 6^{mm} à son sommet et 19^{mm} vers le milieu de sa longueur. Les régions marginales consistent en lanières pressées les unes contre les autres, un peu à la manière des barbes d'une plume, de part et d'autre du rachis. Beaucoup de ces lanières dépassent 20^{mm} de longueur; leur largeur moyenne est de 2^{mm} et leur forme est bien caractéristique : leur région médiane est déprimée et leur pourtour offre un petit bourrelet continu et nettement saillant. Celles qui sont terminées montrent le même bourrelet à leur extrémité, qui est régulièrement arrondie.

» Les comparaisons que j'ai pu faire au Muséum et l'examen des planches du *Traité de Paléontologie végétale* de Schimper, de celle du *Traité de Botanique fossile* de M. B. Renault et de celles de la *Paléontologie française* (végétaux jurassiques), par M. le marquis de Saporta, me conduisent à considérer le fossile de Verdun comme appartenant au genre proposé par le premier de ces savants, sous le nom de *Cycadospadix*. Une lettre que M. de Saporta a eu l'extrême bonté de m'écrire tout récemment, en réponse à l'envoi d'un dessin que j'avais exécuté d'après nature, m'engage à considérer de plus en plus cette opinion comme exacte.

» Bien que provenant des couches mêmes qui fournissent le *Cycadospadix Moreauanus* Schimp., notre échantillon ne peut en aucune façon être confondu avec lui. Il est plusieurs fois plus long et d'une forme extrêmement élégante, dont le type déjà décrit ne saurait approcher. On ne peut non plus le comparer au *C. Hennoquei*, Schimp., de l'infra-lias d'Hettange, bien que la forme de celui-ci soit moins différente. Celui-ci, en effet, est triangulaire et non ovale, et les lanières, au lieu d'y affecter une disposi-

tion pennée, sont presque toutes parallèles entre elles et à la longueur de l'organe.

» Je propose de cataloguer la nouvelle espèce sous le nom de *Cycadospadix Virei.* »

GÉOLOGIE. — *Sur le bassin houiller du Boulonnais.* Note de M. **Gosselet.**

« La Note présentée par M. Olry sur le bassin houiller du Boulonnais et insérée dans les *Comptes rendus* ([1]) est en contradiction avec la manière dont j'ai maintes fois exposé la structure de ce bassin ([2]).

» Comme M. Olry le dit, le terrain houiller du Boulonnais est divisé en deux parties bien différentes, par la faille de Ferques. Au nord et à l'est de cet accident, sont les couches de houille maigre qui ont été atteintes par l'ancien puits de Ferques; elles plongent au sud, comme les terrains sous-jacents. Au sud et à l'ouest de la faille de Ferques, on trouve les exploitations d'Hardinghen, avec l'inclinaison des couches vers le nord.

» Un sondage fait à Blecquenecques a rencontré le terrain houiller à 435^{m} de profondeur. J'ai supposé que c'étaient les couches supérieures superposées à celles du puits de Ferques. M. Olry croit qu'elles sont le prolongement des couches d'Hardinghen. Au point de vue industriel, comme au point de vue scientifique, cela est peu important, et les travaux d'exploitation décideront qui de nous deux a raison.

» Aussi je n'aurais pas entretenu l'Académie de cette question, si M. Olry ne laissait entendre, à la fin de sa Note, que le bassin houiller du Boulonnais pourrait bien appartenir au bassin de Dinant et qu'il faudrait chercher au nord et au nord-est le prolongement du grand bassin houiller du nord de la France. Bien que cette opinion soit présentée avec un doute très sage, il suffit qu'elle émane d'un ingénieur aussi éminent et aussi connu que M. Olry pour avoir une grande importance et provoquer des recherches. Du reste, l'idée circule parmi les ingénieurs de houillères du Nord, et la découverte de la houille à Douvres a semblé lui donner raison.

» Or je suis convaincu que les sondages que l'on ferait dans l'intention de trouver la houille au nord du bassin du Boulonnais n'aboutiraient qu'à un échec.

([1]) T. CXII, p. 173.

([2]) Voir *Esquisse géologique du nord de la France*, p. 164; l'*Ardenne*, p. 753.

» Les terrains dévonien et carbonifère, y compris le houiller, sont distribués dans le nord de la France et en Belgique en deux grands bassins ou grandes vallées, creusés dans les terrains silurien et cambrien. Le bassin du sud a été nommé bassin de Dinant; il affleure dans l'arrondissement d'Avesnes. Le bassin du nord, appelé *bassin de Namur*, se prolonge souterrainement à Valenciennes, Douai, Lens, etc.; c'est lui qui contient les importantes couches houillères franco-belges, tandis que le bassin de Dinant ne présente que des veines improductives.

» Dans le centre de la Belgique, les deux bassins sont séparés par une arête de terrain silurien, que l'on a désignée sous le nom de *crête du Condros*. A l'ouest de Charleroy, l'arête silurienne cesse et les deux bassins ne sont plus séparés que par une cassure désignée sous le nom de *Grande Faille*. On a fait valoir la ressemblance des schistes à grapholites de Caffiers avec les schistes siluriens de l'arête du Condros : cette ressemblance est réelle, mais il y a des analogies tout aussi grandes entre les schistes de Caffiers et certains schistes siluriens qui sont au nord du bassin de Namur.

» La distinction des deux bassins n'est pas une simple conception théorique : ils sont parfaitement caractérisés, non seulement par leur richesse houillère, mais aussi par l'âge, la nature et le facies des assises dévoniennes et carbonifères qui les remplissent.

» Le bassin de Namur ne contient que les séries moyennes et supérieures du terrain silurien; tandis que, dans le bassin de Dinant, on trouve en outre la série inférieure.

» Sur le bord nord du bassin de Namur, reposant sur le terrain silurien, on trouve un ensemble complexe de couches : poudingue, grès, schistes, calcaire, dolomie, qui appartiennent au dévonien moyen et supérieur. Ces couches peuvent se suivre de l'est à l'ouest, depuis Liège jusqu'à Ath, près de Tournai, avec la plus grande régularité dans leurs plus petits détails lithologiques, stratigraphiques et paléontologiques; on les retrouve identiquement avec les mêmes caractères, les mêmes détails, la même régularité dans le Boulonnais, reposant sur le terrain silurien de Caffiers. Les couches de même âge, au nord du bassin de Dinant, ont des caractères tout à fait différents.

» Si le Boulonnais appartenait au bassin de Dinant, il faudrait supposer que, dans cette petite région, non seulement le bord nord du bassin a perdu son caractère normal, mais encore qu'il a pris le caractère du bord nord du bassin de Namur. Cette double modification simultanée est tout à fait improbable, pour ne pas dire impossible.

» Au nord du bassin de Dinant, on rencontre un étage dévonien inférieur, désigné sous le nom de *gédinnien*, et caractérisé par des schistes compacts, rouges, verts et bigarrés. Cet étage est connu partout au sud du bassin houiller franco-belge, non seulement en Belgique, mais dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais jusqu'à Fauquemberg. On le retrouve en Angleterre, au sud du bassin houiller du pays de Galles. Il forme le bord nord du bassin de Dinant, s'appuyant sur les schistes siluriens de la crête de Condros. Si le bassin du Boulonnais appartenait au bassin de Dinant, on devrait aussi trouver le gédinnien sur son bord nord, contre les schistes de Caffiers; or il y fait complètement défaut : c'est une troisième preuve qui s'ajoute aux deux précédentes, et je pourrais les multiplier.

» Il est donc absolument *certain* que le bassin du Boulonnais est le prolongement du bassin de Namur, c'est-à-dire du grand bassin houiller franco-belge. Je l'ai prouvé en 1860, et toutes les études que j'ai faites depuis cette époque n'ont fait que me confirmer dans cette opinion.

» Tout sondage entrepris au nord d'une ligne allant de Béthune à Caffiers ne peut pas rencontrer le terrain houiller.

» Je réserve provisoirement mon opinion pour les environs de Calais. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du dévonien supérieur dans la vallée d'Ossau (Gère-Bélestin, Basses-Pyrénées)*. Note de M. J. **Seunes**, présentée par M. Fouqué.

« Entre le col d'Aubisque et Laruns (vallée d'Ossau) on rencontre une série de calcschistes, de schistes plus ou moins ardoisiers et des calcaires parfois siliceux passant à la grauwacke par altération; des lits schisteux avec nodules calcaires s'intercalent à plusieurs niveaux. Coquand, de Verneuil et MM. de Mercey, Hébert, Œhlert et Beaugey ont unanimement rapporté cette formation au dévonien inférieur, dont elle occupe un niveau élevé, comme en témoignent les fossiles qu'on y rencontre : *Spirifer Pellicoi*, *Leptœna Murchisoni*, *Grypheus*, etc. (¹).

» Le dévonien moyen et le dévonien supérieur paraissaient manquer dans

(¹) Cet étage a été également signalé par M. Stuart Menteath dans l'ouest du département des Basses-Pyrénées, entre Saint-Jean-Pied-de-Port et le massif cristallin du Labourd.

la région, les auteurs rapportant au *calcaire carbonifère* les calcaires marmoréens grisâtres, zonés de blanc et de gris, et parfois blancs, qui, au nord de Laruns et de Louvie-Soubiron, surmontent la formation précédente. Le classement de ces calcaires, connus sous le nom de *marbre blanc de Jeteu et de Louvie-Soubiron*, a été basé sur la présence de polypiers rapportés à des espèces carbonifères.

» Dans le Mémoire que j'ai publié sur les terrains secondaires et l'éocène inférieur de la plaine sous-pyrénéenne des départements des Basses-Pyrénées et des Landes, j'avais indiqué la présence de goniatites dans des bancs de calcaires composés de débris de fossiles (encrines, goniatites, orthocères, etc.) et intercalés dans des calcaires cristallins, grisâtres, parfois blancs et entremêlés de parties argileuses rougeâtres. Ces couches recouvrent à leur tour les calcaires dits carbonifères de Jeteu et se terminent par des schistes ardoisiers brusquement interrompus par l'apparition de calcaires et de schistes à *Orbitolina*.

» J'ai pu récemment extraire des calcaires à débris de fossiles quelques exemplaires de goniatites se rapportant au *Tornoceras amblylobus*, Sandberger (groupe des *goniatites retrorsus*) et permettant de rapporter sûrement au dévonien supérieur les calcaires cristallins en question.

» La découverte de ce gisement indique tout d'abord que, si le calcaire dit *carbonifère* est compris entre le dévonien inférieur et le dévonien supérieur, sa situation est anormale. La succession des couches, telle qu'elle a été relevée par les observateurs sur les deux flancs de la vallée d'Ossau, ne justifie pas cette manière de voir : tous s'accordent à dire que la superposition du calcaire à polypiers aux couches à *Spirifer Pellicoi* est normale ; celle des calcaires cristallins à *Tornoceras amblylobus* ne l'est pas moins. D'autre part, l'examen attentif des Polypiers, pour lequel M. Douvillé a bien voulu nous prêter son bienveillant concours, montre que, si leur état de conservation permet de les rattacher aux groupes des *Amplexus* et des *Zaphrentis* déjà apparus dans le dévonien moyen, il n'est pas suffisant pour hasarder une détermination spécifique.

» Ces observations indiquent combien il est douteux que le calcaire à Polypiers soit carbonifère, et qu'il y a de grandes présomptions pour considérer la série dévonienne de la vallée d'Ossau comme normale et complète. Ainsi comprise, elle présenterait dans son ensemble une composition assez analogue à celle que M. J. Bergeron a récemment signalée dans le Rouergue et l'Hérault. »

M. G. Barbey adresse, de Flixecourt (Somme), une Note relative à un nouveau dérivé de la résorcine.

M. J. Dettweiler adresse, de Milan, une Note relative à un appareil pour utiliser la dilatation de l'air sous l'action des rayons du Soleil.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 février 1891.

Tables des logarithmes à huit décimales des nombres entiers, de 1 *à* 120 000, *et des sinus et des tangentes de dix secondes en dix secondes d'arc, dans le système de la division centésimale du quadrant,* publiées par ordre du Ministre de la Guerre (Service géographique de l'armée). Paris, Imprimerie nationale, 1891; grand in-4°.

Sur les intégrales de fonctions à multiplicateurs et leur application au développement des fonctions abéliennes en séries trigonométriques; par P. Appell, à Paris (Mémoire couronné par S. M. le Roi Oscar II, le 21 janvier 1889). (Extrait des *Acta mathematica*, t. XIII); 1 vol. in-4°.

Congrès international des procédés de construction. Comptes rendus des séances et visites du Congrès, par MM. Auguste Moreau et Georges Petit, Secrétaires du Congrès (Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies. Exposition universelle internationale de 1889). Paris, Baudry et Cie, 1891; 1 vol. in-8°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Comptes rendus de la 19e *session;* première Partie : *Documents officiels. Procès-verbaux.* Paris, Secrétariat de l'Association, 1890; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Album de Statistique graphique de 1889, publié par le Ministère des Travaux publics. Paris, Imprimerie nationale, 1890; gr. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Congreso internacional de Ingenieria, celebrado en Barcelona durante 1888. Discursos, Memorias y disertaciones. Barcelona, Luis Tasson; 1890; 1 vol. in-8°.

Studies from the physiological laboratory of Owens college, Manchester. Manchester, J. E. Cornish, 1891; 1 vol. in-8°.

Proyecto de exploracion al Polo Norte de la Terra; por el capitan DIEGO J. FERRARO. Mexico, Instituto monasterio, 1890; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 FÉVRIER 1891.

Annuaire statistique de la France; treizième année; 1890. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXC; 1 vol. gr. in-8°.

L'Agriculture en France avant 1789; *par* M. CH. DE COMBEROUSSE. (Extrait des Tomes I et II des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers,* publiées par les professeurs.) Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-8°. (Présenté par M. Schlœsing.)

Les budgets comparés des cent monographies de familles; par MM. E. CHEYSSON et ALFRED TOQUÉ. Rome, Imprimerie héritiers Botta, 1890; 1 vol. (Présenté par M. Haton de la Goupillière. — Renvoyé au concours de Statistique.)

Banque de France. — Compte rendu au nom du conseil général de la Banque et Rapport de MM. les censeurs. Paris, Paul Dupont, 1891; br. gr. in-4°.

L'horticulture française, ses progrès et ses conquêtes depuis 1789; *par* M. CHARLES BALTET. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXC; br. gr. in-8°.

Individualité des faisceaux fibro-vasculaires des appendices des plantes; par M. D. CLOS; br. in-8°.

Contribution à l'étude de la Syringomyélie; par le D[r] I. BRUHL. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Envoyé au concours du prix Lallemand.)

Psychologie de l'idiot et de l'imbécile; par le D[r] PAUL SOLLIER. Paris, Félix Alcan, 1891; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours du prix Lallemand.)

Réflexions sur la prétendue curabilité de la tuberculose par la méthode du docteur Koch; par le D[r] GÉRARD PIOGEY. Paris, C. Lévy, 1891; br. in-8°.

Le nouveau projet de loi sur les brevets d'invention et sur les modèles de fabrication en Allemagne; par M. C. PIERRON. Mulhouse, Veuve Bader et C[ie], 1891; br. in-8°.

A short course experiments in physical measurement; by HAROLD WITTING;

Part II : *Sound, Dynamics, Magnetism, and Electricity*. Cambridge, John Wilson and Son, 1891; 1 vol. in-8°.

Die Entwicklung der Elemente. Entwurf zu einer biogenetischen Grundlage für Chemie und Physik; von Gustav Wendt. Berlin, 1891; br. in-8°.

Astronomische Arbeiten des K. K. Gradmessungs-Bureau. Herausgegeben von Prof. Dr Edmund Weiss und Dr Robert Schram; II. Band : *Längenbestimmungen*. Wien, F. Tempsky, 1890; 1 vol. in-4°.

Publications périodiques.

Paléontologie française. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. — Journal d'Hygiène. — Annales des Conducteurs et Commis des Ponts et Chaussées et des Contrôleurs des Mines. — Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans. — Société d'Histoire naturelle de Toulouse. — Revue des Sciences naturelles appliquées, publiée par la Société nationale d'acclimatation de France. — *Marseille-médical. — Archives italiennes de Biologie. — Revue maritime et coloniale.*

ERRATA.

(Séance du 8 décembre 1890.)

Page 875, lignes 16 et 17, *au lieu de* Notice biographique par M. *Albert Billet*, *lisez* Notice biographique par M. *Albert Rilliet*.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 FÉVRIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les objections faites à l'interprétation des expériences de M.* Wiener. Note de M. **A. Cornu.**

« Dans l'exposé succinct du Mémoire de M. Wiener (p. 186), je regrette d'avoir, pour abréger, omis une expérience, en apparence secondaire, qui répond précisément aux objections que notre Confrère, M. Poincaré, a exprimées dans la dernière séance (p. 325) sur la rigueur des conclusions qu'on doit tirer des résultats expérimentaux de M. Wiener. L'importance de cette expérience ressort d'une Note que M. Potier m'a prié de présenter à l'Académie et qu'on lira plus loin (1).

» Comme introduction à cette Note et aux considérations mathématiques qu'elle renferme, il paraît utile de bien préciser le caractère géné-

(1) Voir à la Correspondance, p. 383.

ral des objections qu'on peut opposer à l'interprétation de l'expérience principale de M. Wiener, en les dégageant de la forme purement analytique sous laquelle notre savant Confrère les a présentées. Je demande donc à l'Académie la permission de développer brièvement dans le langage des physiciens les arguments implicitement contenus dans l'Analyse de M. Poincaré : j'espère que la présente Note et celle de M. Potier feront évanouir dans l'esprit de notre Confrère les doutes qui pouvaient encore subsister sur la direction des vibrations dans la lumière polarisée.

» Dans l'étude des équations différentielles qui régissent la propagation d'une onde plane à vibration transversale, dans un milieu indéfini, on trouve deux grandeurs, également assimilables à la vibration lumineuse des physiciens : l'une est le *déplacement rectiligne* ou *vibration* d'un point du milieu; l'autre est *la ligne représentative du glissement relatif* de deux ondes infiniment voisines (1) : toutes deux sont dans le plan de l'onde et sont perpendiculaires entre elles.

---

(1) Les trois équations différentielles se ramènent à la forme (voir la *Théorie mathématique de la lumière,* Leçons professées par M. Poincaré, p. 56, 336 et 339)

$$\frac{d^2\xi}{dt^2}=\frac{d^2\xi}{dx^2}+\frac{d^2\xi}{dy^2}+\frac{d^2\xi}{dz^2}-\frac{d}{dx}\left(\frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy}+\frac{d\zeta}{dz}\right),$$

dans lesquelles ξ, η, ζ sont les trois composantes du déplacement vibratoire U situé dans le plan de l'onde dont la normale a pour cosinus directeurs α, β, γ,

$$U^2=\xi^2+\eta^2+\zeta^2, \qquad \alpha\xi+\beta\eta+\gamma\zeta=0;$$

ce déplacement reste le même en grandeur et en direction sur le plan d'onde mobile

$$\alpha x+\beta y+\gamma z-p-Vt=0;$$

d'où

$$\xi=\varphi_1(\alpha x+\beta y+\gamma z-p-Vt), \qquad \eta=\varphi_2, \qquad \ldots, \qquad \zeta=\varphi_3, \qquad \ldots,$$

φ_1, φ_2, φ_3 étant trois fonctions qu'on laisse ici arbitraires, mais qui se réduisent, en Optique, à des sinus ou cosinus.

U constitue le premier vecteur; le second vecteur G a pour composantes parallèles aux axes

$$\left(\frac{d\zeta}{dy}-\frac{d\eta}{dz}\right), \quad \left(\frac{d\xi}{dz}-\frac{d\zeta}{dx}\right), \quad \left(\frac{d\eta}{dz}-\frac{d\xi}{dy}\right);$$

il est dirigé dans le plan de l'onde normalement au déplacement, de sorte qu'en appelant α', β', γ' ses cosinus directeurs on a

$$\alpha\alpha'+\beta\beta'+\gamma\gamma'=0; \qquad \alpha'\xi+\beta'\eta+\gamma'\zeta=0.$$

Ce vecteur qui, en général, représente en grandeur et en direction l'axe de rota-

» Ces deux *grandeurs dirigées* (vecteurs) varient périodiquement avec le temps, mais non d'une manière concomitante, quoique leurs amplitudes soient proportionnelles; l'une est maximum quand l'autre est nulle, et réciproquement. Il existe donc entre elles une relation analogue à celle qui lie le déplacement d'une tranche à sa compression dans la propagation d'un ébranlement le long d'un tuyau indéfini.

» L'intensité lumineuse ou l'énergie transmise par unité de surface est

---

tion de l'élément $dx\,dy\,dz$ pendant son déplacement, mesure *dans le cas particulier de l'onde plane* en régime permanent, le glissement relatif de deux plans d'onde infiniment voisins, qui, à une époque donnée ($t=$ const.), sont distants de l'origine de p et $p+dp$. C'est ce qu'on vérifie aisément en calculant $\frac{dU}{dp}$ qui est évidemment l'expression de ce glissement : il suffit pour cela de différentier U par rapport à p,

$$\frac{\partial U}{\partial p}=\frac{\xi}{U}\frac{\partial \xi}{\partial p}+\frac{\eta}{U}\frac{\partial \eta}{\partial p}+\frac{\zeta}{U}\frac{\partial \zeta}{\partial p},$$

et de remplacer les termes du second membre par leurs expressions en fonction des dérivées de ξ, η, ζ par rapport aux coordonnées; ξ, η, ζ et U sont donnés par

$$\frac{\xi}{\beta\gamma'-\gamma\beta'}=\frac{\eta}{\gamma\alpha'-\alpha\gamma'}=\frac{\zeta}{\zeta\beta'-\beta\zeta'}=\frac{U}{1}.$$

En différentiant les valeurs $\xi=\varphi_1, \ldots,$ on a les équations symétriques de la forme

$$-\frac{d\xi}{dp}=\frac{1}{\alpha}\frac{d\xi}{dx}=\frac{1}{\beta}\frac{d\xi}{dy}=\frac{1}{\gamma}\frac{d\xi}{dz},$$

où l'on trouve les valeurs des dérivées qui permettent d'éliminer en même temps α, β, γ.

Il reste finalement pour la valeur du glissement relatif

$$\frac{dU}{dp}=\alpha'\left(\frac{d\zeta}{dy}-\frac{d\eta}{dz}\right)+\beta'\left(\frac{d\xi}{dz}-\frac{d\zeta}{dx}\right)+\gamma'\left(\frac{d\eta}{dx}-\frac{d\xi}{dy}\right).$$

C'est bien, comme on le voit, la somme des trois projections du vecteur G sur la direction α', β', γ'; par conséquent le vecteur G défini plus haut est bien la mesure du glissement relatif. Ce glissement étant, comme on le voit aisément, un cas particulier d'un mouvement de rotation, on s'explique pourquoi sa ligne représentative est à angle droit du déplacement qui l'occasionne.

Nota. — Il ne faut pas confondre ce glissement relatif avec la variation angulaire de l'angle droit des faces de l'élément $dx\,dy\,dz$ qui est représentée pour chaque face par la somme des dérivées et non par leur différence, variation nommée aussi *glissement* par de Saint-Venant dans la théorie de l'élasticité.

représentée par le carré de l'amplitude de l'une aussi bien que de l'autre.

» Dans les ondes à vibrations longitudinales et *stationnaires* (c'est-à-dire formées par la superposition de deux ondes identiques se propageant en sens inverse), on sait que les déplacements vibratoires s'annulent périodiquement dans l'espace, suivant des plans parallèles (nœuds) et sont maxima aux plans intermédiaires (ventres). Au contraire, l'amplitude des compressions s'annule aux ventres et est maximum aux nœuds.

» Dans les ondes stationnaires à vibrations transversales les deux éléments analogues, déplacement vibratoire et glissement relatif, se retrouvent : aux nœuds, ou points de déplacement nul, l'amplitude du glissement atteint son maximum, et inversement aux ventres, où l'amplitude du déplacement est maximum, le glissement est constamment nul.

» Ainsi, au point de vue analytique, la *symétrie alternée* de ces deux grandeurs, dirigées rectangulairement dans le plan d'onde, est complète.

» Au point de vue physique, le rayon lumineux polarisé a été assimilé par Fresnel à une onde plane à vibration transversale; l'identification des deux points de vue comporte donc une indétermination : c'est celle qui est signalée dans la dernière Note de M. Poincaré comme dans ses Leçons de Physique mathématique.

» La question est donc de savoir si c'est le déplacement qui est perpendiculaire au plan de polarisation ou si c'est l'axe de glissement.

» La mémorable expérience de Fresnel et Arago laisse la question indécise : en effet, lorsque deux ondes se coupent sous un angle très aigu, les deux déplacements comme les deux axes de glissement sont affectés de la même manière par la différence de phase; on peut dire *qu'ils interfèrent tous deux en même temps* si les directions de même nom sont parallèles, ou que tous deux *sont sans action mutuelle apparente* si elles sont perpendiculaires; l'intensité lumineuse, quelle que soit la définition théorique que l'on adopte (énergie potentielle, cinétique ou totale), offre les mêmes variations.

» Mais lorsque les ondes se coupent à angle droit, les choses se passent différemment pour les déplacements d'une part et pour les axes de glissement de l'autre. Si les deux déplacements vibratoires sont parallèles, les axes de glissement sont perpendiculaires et inversement. Donc, si les vibrations *interfèrent*, les glissements relatifs conservent une valeur moyenne constante au même point de l'espace; inversement, si les axes de glisse-

ment sont parallèles, les vibrations sont perpendiculaires entre elles; il n'y a donc pas interférence pour les déplacements, mais les glissements ont une amplitude variable avec la différence de phase; il y a donc pour eux interférence.

» Telle est la traduction en langage ordinaire de l'Analyse de M. Poincaré; jusqu'ici nous sommes complètement d'accord. Voici maintenant où les doutes de l'analyste se manifestent :

» Existe-t-il un moyen de distinguer dans le phénomène optique celle des deux grandeurs, déplacement ou glissement, qui conserve une intensité constante, de celle dont l'amplitude est variable?

» Cela est douteux, répond M. Poincaré, car c'est l'action photochimique qui sert à explorer l'espace où se croisent les ondes et l'on ne sait pas *a priori* quelle est la cause déterminant la décomposition chimique : si c'est le déplacement vibratoire (énergie cinétique) qui la produit, comme le pensent les physiciens, l'expérience est en faveur de Fresnel; mais si, au contraire, ce sont les forces de glissement (énergie potentielle), la question sera tranchée en faveur de Mac Cullagh et Neumann.

» Et bien, le doute n'existe pas : sans recourir à des spéculations sur le mécanisme encore si obscur de l'action photographique et en se bornant à des considérations mécaniques familières à tous les physiciens, on peut dans l'analyse des expériences de M. Wiener trouver la solution du problème.

» Il existe, en effet, un phénomène où l'on connaît *a priori* la grandeur relative du déplacement vibratoire; il correspond à un cas sur lequel les principes de Fresnel et de Neumann conduisent à des conséquences identiques : c'est celui d'un corps doué d'un pouvoir réfléchissant égal à 1, corps idéal, il est vrai, mais que l'argent poli représente d'une façon très approchée; dans ce cas particulier, sous l'incidence normale le mouvement transmis au métal étant rigoureusement nul, la vibration réfléchie est égale et de signe contraire à la vibration incidente : c'est l'analogie complète avec le fond du tuyau fermé (voir la Note de M. Potier).

» L'onde stationnaire, formée par la superposition de l'onde incidente et de l'onde réfléchie, doit donc présenter un plan nodal sur la surface réfléchissante, plan qui est l'origine de la série des plans nodaux se succédant à une demi-longueur d'onde d'intervalle au-dessus de la surface. Quant aux glissements, ils s'ajoutent, comme les compressions au fond d'un tuyau fermé, et leur amplitude est maximum au plan nodal.

» Or M. Wiener a effectué cette expérience [1] : adoptant le dispositif ordinaire des anneaux colorés sous l'incidence normale, il s'assure que les surfaces réfléchissantes sont bien en contact par la loi de succession des diamètres des anneaux; comme la surface plane qui livre passage à l'onde incidente en même temps qu'à l'onde réfléchie est enduite de la pellicule photographique, l'action de la lumière détermine, sous forme d'anneaux concentriques, la trace d'une série de plans distants d'une demi-longueur d'onde. L'observation montre qu'au centre l'impression photographique est nulle : il n'y a donc aucune action photographique au point où les deux théories s'accordent pour affirmer l'existence d'un nœud.

» Il en résulte que la plaque photographique est affectée exclusivement par les déplacements vibratoires, c'est-à-dire par l'énergie cinétique du milieu vibrant, et non par les forces correspondant aux glissements relatifs ou par l'énergie potentielle de ce milieu.

» L'interprétation des expériences de M. Wiener ne comporte donc aucune ambiguïté, et la vibration est bien, comme l'indique la théorie de Fresnel, perpendiculaire au plan de polarisation.

» Quant à l'indétermination essentielle existant entre les deux vecteurs considérés dans un même milieu, on verra par la Note de M. Potier qu'elle disparaît lorsqu'on connaît les conditions réelles relatives au changement de milieu. »

GÉODÉSIE. — *Histoire de l'appareil Ibañez-Brunner.* Note de M. **Rod. Wolf.**

« En rappelant à l'Académie, dans sa séance du 2 février, les services importants que le général Ibañez a rendus à la Géodésie moderne, M. Bertrand a touché à l'histoire de l'appareil Ibañez-Brunner, et cela m'engage à compléter cette histoire.

» L'idée fondamentale de cet appareil ingénieux consiste dans la substitution du contact optique au contact réel, et cette idée a déjà été réalisée dans l'appareil dont Tralles, alors professeur de Mathématiques à

(1) C'est, il est vrai, avec une surface de verre et non une surface d'argent que l'expérience a été faite; mais on sait, depuis Arago, que le caractère de la réflexion est le même dans les deux cas (anneau central obscur).

Berne, et son élève Hassler, plus tard superintendent of the coast survey, se sont servis, en 1797, pour mesurer la base d'Aarberg en Suisse; car, après avoir décrit, dans ses *Papers on various subjects* (Philadelphia, 1824), un appareil construit sur le principe du contact optique, Hassler ajoute (p. 56) le passage suivant :

» I shall howewer insert a few remarks, which occurred to me in Switzerland, when me assring with M. Tralles, in 1791 and 1797, a base line of about 42000 feet in lenght, and upon which the triangulation was founded. This base was measured twice : first, with a chain similar to that made by Ramsden for the english survey, and secondly *with an apparatus of four toise bars, some what similar to that above descrived.*

» Deux ans après la mesure de la base d'Aarberg, en 1799, Tralles représentait l'Helvétie dans la Commission internationale rassemblée à Paris pour fixer la longueur définitive du Mètre, et il est très probable qu'il communiqua alors à ses Confrères la méthode employée par lui; mais sa priorité ne dépend pas de cela : elle est suffisamment établie par le passage ci-dessus.

» Le résultat obtenu par Tralles et Hassler en 1797 a été vérifié d'abord par les ingénieurs français, en déduisant la base d'Aarberg de celle d'Ensisheim, puis en 1834 par une nouvelle mesure exécutée par l'ingénieur Eschmann (assisté par Wild et moi) avec l'appareil Schumacher-Horner, et encore en 1880 par le général Ibañez lui-même, lorsqu'il eut l'obligeance de se transporter avec ses officiers en Suisse, pour initier le colonel Dumur et ses collaborateurs au maniement de son appareil, que l'Espagne nous cédait gracieusement pour nos opérations. Le résultat de chacune de ces vérifications si différentes s'accorda de si près avec celui de 1797, que l'on ne peut trop louer l'habileté de Tralles et de Hassler. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la statistique solaire de l'année 1890.* Note de M. **Rod. Wolf.**

« Des observations solaires faites à l'observatoire fédéral de Zurich, complétées pour les jours pluvieux par des communications d'autres observateurs distribués sur l'Europe et l'Amérique, et des observations magnétiques faites à l'observatoire de Milan, je viens de déduire, pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a une longue série d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles des nombres

relatifs (r), pour les variations en déclinaison (v), et pour les accroissements (Δr et Δv) que ces quantités ont reçus depuis les époques correspondantes de l'année 1889 :

	Zurich.		Milan.	
1890.	r.	Δr.	v.	Δv.
Janvier	5,3	4,5	3,02	1,27
Février....	0,6	— 7,9	4,81	0,82
Mars......	5,1	— 1,9	7,49	1,32
Avril......	1,6	— 2,7	8,68	— 0,17
Mai.......	4,8	2,4	7,70	— 0,49
Juin........	1,3	— 5,1	8,84	— 0,02
Juillet.....	11,6	1,9	8,57	0,32
Août......	8,5	— 12,1	8,00	— 0,99
Septembre.	17,2	10,7	7,10	0,26
Octobre...	11,2	9,1	8,72	2,62
Novembre..	9,6	9,4	3,10	0,55
Décembre..	7,8	1,1	2,54	0,58
Moy.....	7,1	0,8	6,55	0,51

» Il résulte de ce Tableau que les nombres relatifs et les variations magnétiques ont tous deux commencé à augmenter, et que le parallélisme entre ces deux séries si différentes en apparence a encore continué d'une manière assez remarquable.

» En récapitulant les résultats principaux des années 1888 à 1890, et en y ajoutant le nombre (m) des jours sans taches et les variations observées à Christiania, Prague et Vienne, j'obtiens le Tableau :

					v.								
Années.	r.		m.		Christiania.		Prague.		Vienne.		Milan.		
1888...	6,8		151		5,44		6,46		6,59		6,21		
		— 5		+ 61		— 36		— 48		— 58		— 17	
1889...	6,3		212		5,08		5,98		6,01		6,04		
		+ 8		— 41		+ 19		+ 18		+ 11		+ 51	
1890...	7,1		171		5,27		6,16		6,12		6,55		

qui confirme encore, de la manière la plus positive, que nous avons passé le minimum des taches et des variations, et nous montre de plus que l'époque de ce minimum doit être placée dans les derniers mois de l'année 1889 ou dans les premiers mois de l'année 1890. Une détermination plus exacte de l'époque n'est pas encore possible; j'aurai à y revenir l'année prochaine. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Éléphants du mont Dol (Ille-et-Vilaine).* Note de M. SIRODOT.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats qui me paraissent de nature à l'intéresser, en même temps qu'ils fixeront le caractère d'un gisement quaternaire d'une richesse exceptionnelle.

» Avant de livrer à l'éditeur le manuscrit des recherches multiples auxquelles m'a conduit l'exploration du gisement quaternaire du mont Dol (Ille-et-Vilaine), je me suis imposé la tâche de refaire, encore une fois, le collationnement aussi complet que possible des pièces nombreuses appartenant aux espèces animales les plus intéressantes. Dans cette Communication, je me bornerai à faire ressortir l'importance du groupe des Éléphants.

» Toutes les parties du squelette sont représentées, mais les pièces entières appartiennent exclusivement aux extrémités des membres (carpe et tarse, métacarpe et métatarse, phalanges) et au système dentaire. Toutes les autres pièces osseuses, le crâne compris, sont en fragments plus ou moins volumineux, mais avec un certain trait caractéristique indéfinissable : sur beaucoup de ces fragments on reconnaît, très nettes, les traces de la pointe de silex attestant que ces os ont été brisés à l'état frais et par la main de l'homme. Si l'on ajoute qu'une série de ces fragments recueillis au milieu de masses de cendres parsemées de silex offrent tous les degrés d'une carbonisation plus ou moins complète, leur accumulation sur un espace très limité s'explique assez clairement. Ces Éléphants ont été mangés et la masse des débris accumulés représente des restes de cuisine.

» La détermination du nombre des Éléphants sacrifiés, de leur âge, des espèces ou variétés qu'ils représentent, repose exclusivement sur l'examen du système dentaire. Les pièces osseuses des extrémités des membres ne peuvent fournir que des renseignements assez vagues sur l'âge des animaux. Je dois ajouter que, dans l'examen du système dentaire, les molaires seules doivent entrer en ligne de compte, parce que presque toutes les défenses sont dans un mauvais état de conservation et que, d'ailleurs, leur nombre n'est pas en rapport avec celui des molaires.

» Les molaires ont été tout d'abord distribuées en groupes, d'après le rang qu'elles occupent dans les mâchoires inférieure et supérieure : pre-

mières, deuxièmes, troisièmes, quatrièmes, cinquièmes et sixièmes. Ce premier classement peut être fait assez facilement; j'ai fait connaître, il y a quelques années, l'ensemble des caractères sur lesquels il est fondé.

» Faire le compte exact des molaires de l'un de ces groupes, lorsque les pièces sont nombreuses, que beaucoup d'entre elles sont incomplètes, représentées seulement par des fragments, n'était pas chose très facile au premier abord. Il y avait un double écueil à éviter : ne pas compter comme pièce entière un fragment qui en était le seul reste possible, ou faire double emploi. La méthode suivante a singulièrement atténué les difficultés.

» Dans chaque groupe, c'est-à-dire pour les molaires de chacun des ordres, les échantillons ont été rangés en séries d'après l'étendue et le degré de la surface d'usure ou de trituration, depuis ceux qui n'en portent pas encore de traces jusqu'à ceux qui sont réduits à un chicot correspondant à la dernière racine.

» En général, pour les molaires dont le rang est supérieur au deuxième, la dent est encore incomplètement constituée, alors que la surface d'usure atteint déjà la cinquième ou sixième colline; les collines postérieures existent, mais elles ne sont pas encore reliées aux précédentes par le cément. Ces collines postérieures doivent nécessairement se détacher et disparaître lorsque la maxillaire sera brisée : à plus forte raison devra-t-il en être de même, lorsque les molaires ne portent pas encore de traces d'usure ou qu'elles émergent à peine de la mâchoire. Il est alors évident qu'une molaire qui n'est pas encore atteinte par l'usure, ou n'en porte que des traces, ne pourra être représentée que par la partie antérieure, souvent réduite à quelques collines.

» Il n'y a aucune difficulté pour les dents fortement usées, elles offrent une grande consistance et résistent facilement à l'action des agents extérieurs.

» Restent les fragments appartenant à la partie moyenne. La comparaison avec les pièces déjà classées, la mensuration du diamètre transversal, qui varie peu dans la région moyenne, suffisent généralement pour décider si l'échantillon est la seule pièce appartenant à une molaire déterminée. Les difficultés ne sont réelles que pour les cinquièmes et sixièmes molaires supérieures, dont les collines sont nombreuses; mais encore ici les mensurations du diamètre transversal et de la hauteur des collines suffisent à dé-

terminer comme pièce entière la plupart des échantillons. En appliquant cette méthode, le compte des molaires a donné les résultats suivants :

Premières molaires...	Supérieure	1
	Inférieure	1
Deuxièmes molaires..	Supérieures	33
	Inférieures	45
Troisièmes molaires..	Supérieures	103
	Inférieures	120
Quatrièmes molaires.	Supérieures	107
	Inférieures	83
Cinquièmes molaires.	Supérieures	133
	Inférieures	75
Sixièmes molaires....	Supérieures	39
	Inférieures	18
	Total	758

» Si l'on fait entrer en ligne de compte les échantillons détruits sous la pioche dans l'exploration du gisement, on peut, sans aucune exagération, porter à huit cents le nombre des molaires d'Éléphants extraites d'un gisement dont l'étendue est d'environ 1400^{mq}.

» Comme il y a, au plus, huit molaires qui peuvent être représentées à l'état fossile à un âge quelconque de la vie des Éléphants, il en résulte que le nombre des Éléphants dont les débris ont été extraits du gisement n'est pas inférieur à cent.

» Comme forme typique, c'est l'*Elephas primigenius* qui domine, mais avec de telles variations que bon nombre d'échantillons auraient été classés comme *Elephas antiquus*, ou même comme *Elephas indicus*, s'ils avaient été trouvés isolément, dans des gisements particuliers. »

M. E. Levasseur, Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, du second Volume de son Ouvrage « La population française », contenant la démographie de la France comparée à celle des autres nations au XIX[e] siècle, et la statistique morale de la population française.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. D. **Monclar** adresse une Note relative à un mode de traitement de la tuberculose.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. **Lembert-Roguin** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de Mme *Kowalewsky*, lauréat de l'Académie. La mort de Mme Kowalewsky est annoncée par une Lettre de M. Hugo Gyldén, Correspondant de la Section d'Astronomie.

M. le **Secrétaire perpétuel** entretient l'Académie des résultats déjà obtenus par *la mission Crampel*, au Congo.

« M. Paul Crampel, qui est parti pour explorer la région comprise entre la rivière Oubanghi, affluent du Congo, et le lac Tchad, nous adresse une Carte résumant ses premiers travaux. Avec le concours de MM. Lauzière, ingénieur, et Ponel, il a relevé le cours et les rives de la rivière Oubanghi, entre le dernier poste français de Banghi et la rivière Kouango, affluent de l'Oubanghi.

» La mission a pris, sur ce parcours, huit positions géographiques. Le résultat de ce travail est assez frappant : le cours de l'Oubanghi serait, en effet, d'après M. Crampel, de près de un degré plus au nord que ne l'avait indiqué le voyageur belge Van Gèle. Cela mérite d'autant plus d'attention que le cours de l'Oubanghi sert de limite, d'après des conventions diplomatiques, entre les possessions françaises et l'État indépendant du Congo. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Charlois (Nice, 11 février 1891), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par Mlle **D. Klumpke**, présentées par M. Mouchez.

Dates 1891.	Étoiles de comparaison.	Gr.	✶ — ★. Æ.	✶ — ★. Déclinaison.	Nombres de compar.
Fév. 13.............	*a*	9,5	$-7^s,56$	$-7' 4'',0$	6:6
14.............	*b*	8	$+58^s,92$	$-8'48'',2$	20:10

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
(*a*) 2133 + 15°.........	$9^h.49^m.52^s,63$	$+0^s,81$	$+15°.9'.14'',8$	$-2'',2$	Rapportée à 2135 BD + 15°
2135 BD = 12204 ℘..	9.50.33,25	+0,81	+15.15.36,6	−2,2	Cat. Paris
(*b*) 12147 ℘ = 19371 Lal.	9.47.52,41	+0,82	+15.15. 1,3	−2,2	Cat. Paris

Positions apparentes de la planète.

Dates 1891.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Févr. 13......	$12^h 22^m 30^s$	$9^h 49^m 45^s,88$	$\bar{2},135$	$15°2' 8'',6$	0,693
14......	$13^h 3^m 17^s$	$9^h 48^m 52^s,15$	$\bar{2},972$	$+15°6'10'',9$	0,696

» *Remarque.* — L'étoile 2133 + 15 a été rapportée à l'équatorial à 2135 + 15, par 6.6 comparaisons. On a trouvé

$$\star\ 2133 - \star\ 2135, \qquad \Delta Æ = -40^s,62, \qquad \Delta \mathfrak{D} = -6'21'',8. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Sur une méthode de mesure de la dispersion atmosphérique.* Note de M. **Prosper Henry**, présentée par M. Mouchez.

« Pour mesurer la variation de la réfraction atmosphérique avec la longueur d'onde lumineuse, nous opérons de la manière suivante :

» On place un réseau perpendiculairement à l'axe et un peu en avant de l'objectif d'une lunette. Les lignes du réseau doivent être parallèles au plan vertical passant par l'axe de l'objectif. En examinant, à l'aide de ce système, un point lumineux non affecté par la réfraction astronomique,

on remarque au foyer de la lunette, outre l'image centrale du point, une double série de spectres linéaires horizontaux : nous ne nous occuperons d'ailleurs ici que des deux spectres de premier ordre.

» Si nous appelons i l'intervalle d'axe en axe de deux traits consécutifs du réseau, chaque radiation de longueur d'onde λ vient se placer à une distance angulaire a de l'image centrale telle que

$$\sin a = \frac{\lambda}{i},$$

ou

$$(1) \qquad a = \frac{\lambda}{i \sin 1''},$$

lorsque a est très petit et exprimé en secondes.

» Mais, si l'on dirige la lunette vers une étoile dont la distance zénithale est Z, les différentes radiations seront déviées verticalement, suivant la formule ordinaire de la réfraction, dont nous ne conserverons que le premier terme, en négligeant l'effet de la température et de la pression, d'une quantité

$$(2) \qquad r = A \operatorname{tang} Z,$$

où la valeur de A varie avec la longueur d'onde. On obtiendra ainsi une courbe spectrale sur laquelle il sera facile de mesurer la variation de r, et par suite celle de A, pour tout changement apporté dans la valeur de λ. Différentes mesures oculaires et photographiques faites dans ces conditions ont montré que A pouvait être représenté par la formule

$$A = C + \frac{D}{\lambda^{\frac{3}{2}}}.$$

» Cette formule, qui sera vérifiée plus loin, permet de simplifier les mesures en les rendant plus précises : en remplaçant A par sa valeur, on tire des équations (1) et (2), en appelant m l'angle que fait avec l'horizontale la tangente à la courbe spectrale en un point quelconque,

$$\frac{dr}{da} = \operatorname{tang} m = -\frac{3 D \operatorname{tang} Z\, i \sin 1''}{2 \lambda^{\frac{5}{2}}} = -\frac{3 D \operatorname{tang} Z}{2 a^{\frac{5}{2}} (i \sin 1'')^{\frac{3}{2}}},$$

d'où l'on conclut

$$D = -\tfrac{2}{3} a^{\frac{5}{2}} (i \sin 1'')^{\frac{3}{2}} \operatorname{tang} m \cot Z.$$

» On peut donc, connaissant la distance zénithale de l'étoile et la valeur du réseau, déterminer D en mesurant la distance a et l'angle m correspondant. Comme il existe deux courbes spectrales placées symétriquement à droite et à gauche de l'image centrale, on mesure la direction de leurs tangentes pour une même distance a, et la différence des angles de position observés donne le double de la valeur de m. De plus, on doit opérer dans les deux positions de la lunette, afin d'éliminer l'effet prismatique qui pourrait appartenir à la partie optique de l'instrument.

» La photographie se prête merveilleusement à cette détermination, en donnant à m une valeur considérable; elle permet de réunir sur une même plaque, à une fraction de millimètre l'une de l'autre, ce qui rend leur comparaison plus facile, les épreuves obtenues dans les positions directe et inverse de la lunette.

» Le réseau qui nous a servi dans nos déterminations est à mailles carrées; il est composé d'un carton percé très régulièrement sur toute sa surface de trous disposés en files se croisant à angle droit; la distance des centres de deux trous voisins est de 1^{mm} environ. On le trouve dans le commerce sous le nom de *bristol perforé*. Ce carton se place au devant de l'objectif, comme un diaphragme, en observant seulement d'orienter l'une des séries de files horizontalement, à 2° ou 3° près.

» Nous avons fait à l'Observatoire de Paris, en opérant comme nous venons de l'indiquer, un grand nombre de mesures portant sur diverses étoiles. On a trouvé pour la valeur de D : par l'observation oculaire, $0'',723$, et par la photographie, $0'',729$; on peut donc admettre $0'',726$ comme valeur la plus probable. En prenant pour les radiations lumineuses les plus intenses $A = 58'',22$, valeur tirée des Tables ordinaires de réfraction pour une distance zénithale de 45°, et $0^{\mu},575$ pour longueur d'onde des mêmes rayons, on trouve, en général,

$$A = 56'',55 + \frac{0'',726}{\lambda^{\frac{3}{2}}},$$

ce qui donne les valeurs suivantes pour différentes radiations :

Longueurs d'onde.	A.
μ	
0,700	57,79
0,600	58,11
0,575 intensité lumineuse maxima	58,22
0,500	58,60
0,430 intensité chimique maxima	59,13
0,400	59,42

» On voit sur ce Tableau que les rayons chimiques les plus intenses, pour lesquels nous avons admis, comme on le fait généralement, $\lambda = 0^{\mu},430$, demandent pour A une valeur supérieure de $0'',91$ à celle fournie par les rayons lumineux; il faudra donc, pour calculer la réfraction photographique en partant de la réfraction ordinaire, ajouter à cette dernière $\frac{0,91}{58,22}$, ou 0,0156 de sa valeur. Sans cette correction, les réfractions absolues seraient erronées de $5''$ pour $Z = 80°$. Dans le cas de mesures différentielles, cette correction ne serait pas négligeable pour des distances angulaires considérables.

» Cette dispersion atmosphérique démontre que, dans un coucher de Soleil, *le rayon vert* doit persister, sous notre latitude, une seconde environ après la disparition du rayon jaune. C'est, d'ailleurs, à cette explication du phénomène que le regretté Thollon s'était arrêté. D'après ses nombreuses observations, faites sous le climat favorable de Nice, à l'observatoire de M. Bischoffsheim, le dernier rayon visible au coucher du Soleil était bleu dans la plupart des cas : ce rayon vert ou bleu est la limite du spectre du Soleil à l'horizon, les rayons plus réfrangibles étant absorbés par l'atmosphère terrestre. »

PHYSIQUE. — *Sur la résistance de divers gaz au mouvement d'un pendule.* Note de M. G. **Defforges**, présentée par M. Cornu.

« *Expériences.* — J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, dans une précédente Communication, la loi parabolique qui, du fait de l'accroissement de la poussée hydrostatique pendant le mouvement, représente la variation relative de la durée d'oscillation d'un pendule en fonction de la pression H, et par conséquent en fonction de la densité d de l'air environnant,

$$\frac{\Delta T}{T_0} = Pd + R\sqrt{d},$$

et comme

$$d = DH,$$

si D est la densité de l'air à la pression de 760^{mm} prise comme unité,

$$\frac{\Delta T}{T_0} = PDH + R\sqrt{DH},$$

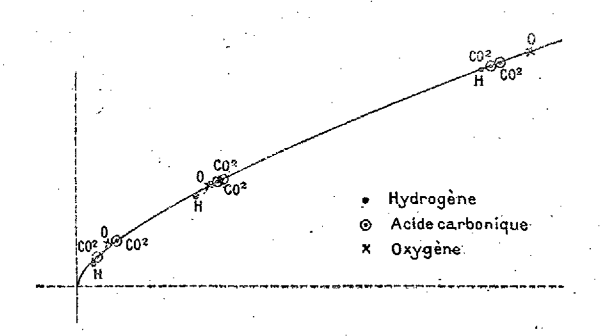
» Il était intéressant de savoir ce que deviennent les facteurs P et R dans un gaz autre que l'air. J'ai donc fait osciller le pendule long de

Brunner successivement dans l'acide carbonique sec, dans l'oxygène sec, tels qu'ils sont fournis comprimés en tubes par l'industrie, et enfin dans l'hydrogène saturé de vapeur d'eau et préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur le zinc.

» Dans chacun de ces trois gaz, les observations ont été faites à trois pressions différentes, voisines de 1^{atm}, de $\frac{1}{4}$ d'atmosphère et de $\frac{1}{16}$ d'atmosphère.

» Six séries dans l'acide carbonique, trois dans l'oxygène, trois dans l'hydrogène, mettent hors de doute ce résultat expérimental que les coefficients P et R restent les mêmes avec le même pendule pour les quatre gaz employés, air, acide carbonique, oxygène et hydrogène. Ils dépendent de la forme du pendule, mais ne dépendent en aucune manière de la nature du gaz environnant.

» Si donc la pression H est prise comme variable indépendante, les coefficients des deux termes de la formule parabolique sont, pour un gaz déterminé, proportionnels, le premier à la densité, le second à la racine carrée de la densité de ce gaz. Il en résulte que les courbes représentatives de la variation relatives de la durée d'oscillation du pendule $\frac{\Delta T}{T_0}$ en fonction de la pression H sont des paraboles transformées les unes des autres. On peut les superposer toutes sur la courbe de l'air en multipliant, dans chaque formule, l'abscisse par le rapport de la densité de l'air à celle du gaz correspondant. C'est ce qui a été fait pour les résultats des douze séries en question dans la courbe ci-dessous.



» L'examen des résidus (observation moins calcul) obtenus en réduisant au vide les durées d'oscillation observées dans les trois gaz soumis à l'expérience à l'aide des coefficients P et R fournis par les observations

dans l'air montre encore que la formule est satisfaite dans les limites des erreurs du garde-temps.

Premier couteau.						Second couteau.	
Oxygène.		Hydrogène.		Acide carbonique.		Acide carbonique.	
mm	s	mm	s	mm	s	mm	s
H = 752	ε = −0,03	H = 710	ε = +0,02	H = 724	ε = −0,12	H = 718	ε = +0,09
173	+0,20	167	−0,06	174	−0,11	172	−0,24
34	+0,32	11	0,00	43	+0,11	14	+0,01

» Ces expériences ont été faites en collaboration avec M. le capitaine R. Bourgeois.

» *Interprétations théoriques.* — Navier, Poisson, de Saint-Venant, Sir George Stokes, recherchant les équations générales de l'Hydrodynamique, ont montré, par les considérations les plus diverses, qu'il suffit pour les obtenir, dans le cas d'un fluide homogène incompressible, de substituer à $\frac{dp}{dx}, \frac{dp}{dy}, \frac{dp}{dz}$, dans les équations générales, les expressions

$$\frac{dp}{dx} - \mu\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right),$$
$$\frac{dp}{dy} - \mu\left(\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2}\right),$$
$$\frac{dp}{dz} - \mu\left(\frac{d^2w}{dx^2} + \frac{d^2w}{dy^2} + \frac{d^2w}{dz^2}\right),$$

où p est la pression, u, v, w les composantes de la vitesse suivant les axes de coordonnées en un point de la masse fluide et μ un certain coefficient que Stokes a le premier dénommé *coefficient de frottement intérieur.*

» L'intégration des équations différentielles ainsi obtenues est très difficile. Sir George Stokes est parvenu à l'effectuer dans quelques cas simples (plan, cylindre, sphère), en admettant que la couche de fluide immédiatement en contact avec le corps oscillant offre une adhérence parfaite. Il obtient des formules approchées qui, toutes, pour la durée de l'oscillation d'un pendule en mouvement dans un fluide, en se bornant aux premiers termes des développements, rentrent dans la forme expérimentale

$$\frac{dT}{T} = P\,d + R\sqrt{d}.$$

» Pour un cylindre, on aurait

$$\frac{P^2 T}{R^2} = \frac{\pi a^2}{2\mu g},$$

où T est la période, a le rayon du cylindre et $\pi = 3{,}1416\ldots$

» L'expérience démontre que, pour chacun des deux pendules de Brunner (long et court), P et R ont la même valeur pour tous les gaz.

» De plus, le rapport $\frac{P^2T}{R^2}$ est le même pour les deux pendules, tous deux de forme cylindrique et de même rayon, quoique de longueurs très différentes.

» Si donc toute cette analyse est exacte, c'est-à-dire si μ ne dépend que du frottement intérieur et si l'adhérence parfaite de la couche de gaz en contact immédiat avec le solide en mouvement, adhérence qui est l'hypothèse fondamentale de Sir George Stokes, se maintient à toutes les pressions, il faudrait en conclure que le coefficient de frottement intérieur, comme le coefficient de dilatation, comme la chaleur atomique, comme le coefficient de compressibilité, est un nombre caractéristique de l'état gazeux, indépendant de la nature chimique.

» Ce résultat est en contradiction avec les conclusions tirées des recherches anciennes de Graham, de celles, plus récentes, de Kundt et Warburg sur l'écoulement des gaz par les tubes capillaires, des observations de Maxwell, de Meyer, de Meyer et Springmühl, de Kundt et Warburg sur la décroissance des amplitudes de disques oscillants suspendus à un fil de torsion.

» Le coefficient du frottement intérieur, déduit de ces diverses expériences, semble varier avec la nature du gaz.

» La question, grosse de conséquences, nous a paru délicate et difficile à trancher. Elle mérite une étude plus approfondie et de nouvelles expériences, en préparation, qui porteront à la fois sur la durée et l'amplitude, nous permettront peut-être d'arriver à une solution définitive. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Remarques à l'occasion de la Note de M.* Poincaré *sur l'expérience de M.* O. Wiener. Note de M. **A. Potier**, présentée par M. Cornu.

» On possède en Acoustique deux moyens d'étudier les ondes dites *stationnaires*, résultat de la superposition des ondes directes et réfléchies : la membrane de Savart, qui reste immobile aux nœuds, et la capsule manométrique de Kœnig dont la flamme reste invariable aux ventres. En Optique, on ignore *a priori* auquel des deux appareils on peut assimiler la rétine, ou une plaque sensible; la méthode expérimentale de M. Wiener donne à ce sujet une indication. Toutes les théories de la réflexion sont en

effet d'accord sur ce point : sous l'incidence normale, il y a continuité entre les vibrations incidente, réfléchie et réfractée; la dernière est la somme des deux premières. Si une substance réfléchissante, opaque, a un pouvoir réflecteur égal à l'unité, l'énergie absorbée par elle est nulle; il semble permis d'en conclure que le mouvement réfracté est nul aussi : les vibrations incidente et réfractée sont donc égales et de signe contraire, et rigoureusement discordantes sur la surface réfléchissante. Un milieu doué de ce pouvoir réflecteur n'existe pas, mais il paraît légitime d'admettre que les métaux, et l'argent en particulier, doivent présenter des propriétés de plus en plus voisines de celles de ce milieu idéal, à mesure que leur pouvoir réflecteur croît. Pour l'argent, la surface réfléchissante elle-même et tous les plans situés à une distance $\frac{\lambda}{2}$ de celle-ci sont donc à très peu près des plans nodaux. M. Wiener a trouvé que la mince pellicule de collodion, qu'il emploie d'une manière si ingénieuse pour explorer le voisinage de la surface réfléchissante, n'est pas altérée, précisément sur les lignes où elle est rencontrée par ces plans nodaux; on peut donc conclure que la plaque sensible ne subit d'action qu'aux points où la vibration stationnaire a une amplitude notable; l'expérience devrait donner un résultat contraire si ce que M. Poincaré nomme l'*énergie potentielle localisée* (dans le cas actuel, une quantité proportionnelle au carré de la dérivée de l'amplitude suivant la normale à la surface réfléchissante) déterminait l'action photographique.

» Ce point est capital, car si on refusait de l'admettre, pour supposer que la plaque sensible subit l'impression maximum aux nœuds, les expériences de M. Wiener sous l'incidence de 45° amèneraient à la conclusion, contraire à celle de Fresnel, que la vibration est dans le plan de polarisation; l'expérience sous l'incidence normale prouverait que la surface réfléchissante du verre est un ventre, comme l'exige la théorie de Neumann; on pourrait en effet résumer ces remarquables expériences en disant que la vibration doit être perpendiculaire ou parallèle au plan de polarisation, suivant que cette surface est un nœud ou un ventre et, à ce titre, comme M. Poincaré l'a fait remarquer, elles pourraient être considérées comme confirmant l'une ou l'autre théorie.

» Dans son Traité sur la *Théorie mathématique de la lumière*, M. Poincaré [1] a insisté déjà sur la difficulté et même l'impossibilité de choisir

[1] POINCARÉ, *Théorie mathématique de la lumière. Conclusions*, p. 398.

entre les deux hypothèses de Fresnel et de Neumann sur la direction de la vibration de la lumière polarisée; d'après ce savant, les équations différentielles qui traduisent les propriétés attribuées à l'éther étant linéaires et à coefficients constants sont satisfaites aussi bien par les valeurs ξ, η, ζ, attribuées aux déplacements, que par les binômes $\xi'_y - \eta'_x$, ..., qu'on en déduit par différentiation, et aucun phénomène ne devrait permettre de distinguer si l'on a affaire à la vibration même ou à la quantité dirigée dont ces binômes sont les composantes. Ce raisonnement, inattaquable quand on étudie un milieu indéfini, cesse de l'être quand on étudie un milieu limité, ce qui oblige à introduire des conditions à la surface, comme dans les théories de la réflexion ou de la réfraction; suivant les conditions choisies, on est amené à placer ou le déplacement lui-même ou la quantité dirigée définie ci-dessus dans le plan de polarisation, pour satisfaire à l'expérience. Mais ces conditions ne peuvent être absolument arbitraires quand on veut constituer une théorie mécanique de la réflexion, en particulier pour une surface douée d'un pouvoir réflecteur très voisin de l'unité, cas que je vais examiner spécialement.

» La vibration incidente, d'amplitude égale à l'unité, tombant sur la surface métallique $z = 0$, y produit un mouvement dont l'amplitude décroît avec la profondeur, et représenté par une formule

$$A e^{kz} \sin 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \varphi_1\right),$$

tandis que le mouvement incident est représenté par $\sin 2\pi \frac{t}{\tau}$ et le mouvement réfléchi par $\sin 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \varphi_2\right)$; l'absence de z, sous le signe sin dans le mouvement réfracté, est nécessaire pour qu'il n'y ait pas d'énergie *transmise* dans le métal et que l'intensité réfléchie soit égale à l'intensité incidente. La continuité des deux côtés de la surface, qui est la condition commune à toutes les théories, donne $\varphi_2 = 2\varphi_1$ et $A = \cos\pi\varphi_1$; mais, si A existe, on ne pourrait s'expliquer comment il n'y aurait pas d'énergie *absorbée* par le métal, qu'on considère comme un frein agissant sur le mouvement de l'éther; il faut donc que A soit nul, $\varphi_1 = \frac{1}{4}$ et $\varphi_2 = \frac{1}{2}$, ce que j'ai admis.

» On arrive au même résultat, si l'on veut exprimer, comme Cauchy, que la dérivée des déplacements par rapport à z est continue; on tire en effet de cette considération la condition $\frac{\lambda k}{2\pi} = \tang \pi\varphi_1$; or, pour les mé-

taux doués d'un grand pouvoir réflecteur, tels que l'argent, on sait que l'absorption exercée par une couche dont l'épaisseur n'est qu'une fraction de longueur d'onde est considérable, c'est-à-dire que φ_1, pour ces métaux réels, est très voisine de $\frac{1}{4}$.

» Il ne semble donc pas exister d'explication mécanique satisfaisante du grand pouvoir réflecteur de l'argent en dehors des deux hypothèses de A très petit, et d'une différence de phase voisine de 180°, conditions que j'ai supposées remplies au début de cette Note. »

ACOUSTIQUE. — *Variabilité du nombre de vibrations des notes musicales, selon leurs fonctions.* Note de M. **Mültzer**.

« MM. Cornu et Mercadier ont constaté que les notes musicales n'ont pas toujours les mêmes nombres de vibrations. En effet, suivant la manière dont une note sera amenée dans une mélodie, ou accompagnée dans une suite d'accords, cette note pourra remplir des fonctions différentes ; elle fera partie d'accords différents et pourra être un peu plus haute ou un peu plus basse que la note de même nom de la gamme. Ces variations, quoique peu considérables, suffisent pour simplifier beaucoup certains accords, pour établir entre leurs notes des rapports moins compliqués, pour rendre beaucoup plus justes les sons résultants, et aussi pour établir une relation entre les mouvements des notes d'un accord allant à un autre accord.

» On peut considérer un accord quelconque comme formé de sons pris dans une des séries de sons harmoniques ou partiels des principales notes du ton. Ainsi, par exemple, la 7e de dominante, la 9e de sensible seront alors un peu plus basses que les notes de mêmes noms de la gamme majeure, tandis que la 9e de dominante et la 11e de sensible seront un peu plus hautes. Dans la gamme mineure, les quatre notes remplissant ces fonctions seront un peu plus basses que les notes de mêmes noms de la gamme.

» Les accords, ainsi formés de sons pris dans les séries de sons partiels, gagnent beaucoup en simplicité, en pureté et en justesse.

» *Exemple.* — L'accord de 7e de dominante d'*ut* majeur, fait avec les notes de la gamme, en prenant *ut* = 240 vibrations, sera

sol 360 (36), *si* 450 (45), *ré* 540 (54), *fa* 640 (64).

» Sons résultants : 3 *sol*, 1 *la* et 2 sons faux.

» Les chiffres entre parenthèses sont les rapports réduits entre les notes.

» Le même accord, fait avec les sons partiels de *sol* = 90 vibrations, dominante du ton d'*ut*, sera

sol 360 (4), *si* 450 (5), *ré* 540 (6), *fa* 630 (7).

» Sons résultants : 5 *sol* et 1 *ré*.

» Le *fa* 630, qui doit descendre sur le *mi* 600, mouvement obligé, fera ce mouvement bien plus facilement que le *fa* 640.

» *Autre exemple.* — L'accord de 7e diminuée en *la* mineur, fait avec les notes de la gamme, sera

sol # 375 (225), *si* 450 (270), *ré* 533 $\frac{1}{3}$ (320), *fa* 640 (384).

» Sons résultants : 1 *mi*, 3 sons faux et 2 sons étrangers au ton.

» Avec les sons partiels de *mi* 37,5 dominante du ton, cet accord sera

sol # 375 (10), *si* 450 (12), *ré* 525 (14), *fa* 637,5 (17).

» Sons résultants : 3 *mi*, 1 *sol* #, 1 *si*, et 1 *ré*.

» Dans les accords en mouvement, celui qui se meut peut toujours être réduit à ses rapports, c'est-à-dire au temps le plus court pendant lequel ses notes font des vibrations entières. Chaque partie de ce petit accord devra, ou monter, ou descendre, ou rester immobile. Or le mouvement de chacune de ces parties sera une fraction de vibration dont le dénominateur sera le premier terme du rapport entre les notes collectives des deux accords en présence. J'appelle *note collective* la première note de la série des sons partiels qui contient les notes d'un accord.

» *Exemple.* — Soit l'accord de 7e de dominante d'*ut* majeur, suivi de l'accord parfait majeur de tonique du même ton (résolution naturelle).

» 7e de dominante : *sol* 360 (4), *fa* 630 (7), *sol* 720 (8), *si* 900 (10).

» Parfait majeur : *ut* 240 (2), *mi* 600 (5), *sol* 720 (6), *ut* 960 (8).

» Le premier accord aura pour note collective : *sol* 90, soit $\frac{360}{4}$.

» Le second » : *ut* 120, soit $\frac{240}{4}$.

» *sol* : *ut* :: 90 : 120 :: 3 : 4; or voici les mouvements de l'accord réduit à ses rapports : *sol* 4, *fa* 7, *sol* 8, *si* 10.

» *sol* 4 fera $-\frac{4}{3}$ de vibration, *fa* 7 fera $-\frac{1}{3}$, *sol* 8 fera 0, *si* 10 fera $+\frac{2}{3}$.

» Pour deux accords quelconques, cette règle se vérifiera toujours, si les accords sont formés de sons pris dans les séries de sons partiels.

» Lorsque le rapport des notes collectives est compliqué, la relation entre les deux accords est insaisissable pour notre sens musical, et leur succession est désagréable, à moins que l'enharmonie ne fournisse un artifice pour relier ces deux accords l'un à l'autre. C'est ce qui arrive, lorsque

le premier accord légèrement haussé ou baissé, tout d'une pièce, sans déformation, peut se superposer exactement sur un autre accord très voisin, ayant une note collective en rapport simple avec celle du deuxième accord.

» En résumé, un accord étant formé de notes prises dans une série de sons partiels, ces notes auront entre elles une sorte de parenté, exprimée par la simplicité de leurs rapports. Deux accords quelconques formés ainsi auront entre eux une relation plus ou moins facile, suivant que le rapport de leurs notes collectives sera plus ou moins simple.

» Une théorie de l'harmonie, basée sur les sons partiels, pourrait expliquer bien des phénomènes qui sont absolument incompréhensibles lorsqu'on emploie, dans les accords, les seules notes des gammes justes. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la conductibilité des acides organiques et de leurs sels.* Seconde Note de M. **Ostwald**, présentée par M. Lippmann.

« La réponse de M. D. Berthelot (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 230) à ma première Note sur ce sujet (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 229) pourrait faire naître l'idée que le but principal de ma Note est de réserver pour moi-même le droit exclusif de travailler dans cette voie. Rien n'est plus loin de ma pensée; je ne crois pas qu'il se trouve un seul mot dans ce sens dans la Note citée.

» Ma réclamation ne se rapporte qu'à quelques faits déjà connus. M. D. Berthelot ne semble pas nier complètement mes droits, mais il les juge d'une manière qui exige quelques remarques.

» C'est par erreur que M. D. Berthelot croit ma loi formulée seulement pour des valeurs limites. J'ai communiqué, au contraire, dans mon Mémoire cité plus haut, les conductibilités des sels en question pour des dilutions de 32^{lit} à 1024^{lit} par équivalent, et ceux-ci se sont trouvés identiques dans toute l'étendue de ces limites. C'est une conséquence nécessaire d'une autre loi trouvée par moi : que l'influence de la dilution sur la conductibilité équivalente de sels divers des métaux monoatomiques dépend seulement de la basicité de l'acide. J'ai prouvé cette loi non seulement pour les acides monobasiques, mais aussi dans ma première Communication sur les acides bibasiques et tribasiques (*Zeitschr. f. Ph. Ch.*, I, 105-108) et ensuite (*Ibid.*, II, 401) je l'ai étendue jusqu'aux acides pentabasiques. Cette relation est si régulière qu'elle peut être utilisée comme

moyen pour déterminer la basicité des acides dans des cas douteux. Il ne reste point de question non résolue dans le cas des acides bibasiques; les anomalies mentionnées par M. D. Berthelot se trouvent seulement chez les sels des *métaux* polyatomiques, sur lesquels M. D. Berthelot n'a pas publié de recherches.

» Comme je n'ai pas publié de Mémoire sur les sels des acides bibasiques isomères, je reconnais avec plaisir que M. D. Berthelot, après avoir confirmé ma loi, l'a étendue au cas des acides bibasiques; mais voilà tout ce qu'il y a de nouveau sur ce point dans le Mémoire de M. D. Berthelot.

» Quant aux acides racémique et tartrique, je crois que mes recherches ne sont pas seulement une confirmation de ceux de MM. Berthelot et Jungfleisch, car ces savants s'expriment avec beaucoup de réserve sur la question du dédoublement de l'acide racémique (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 153). Sans prétendre résoudre complètement la question, nous devons dire que la seconde opinion (à savoir que l'acide est décomposé) nous paraît plus conforme à l'expérience. La question était donc en partie ouverte au moment de mes recherches, et c'était seulement avec le moyen bien plus délicat de la conductibilité électrique que l'on pouvait espérer de trouver des résultats plus convaincants que ne les donne la Thermochimie dans ce cas. C'est une nouvelle preuve de la sagacité bien connue de ces savants, que les recherches postérieures aient donné précisément les résultats soupçonnés par eux.

» En tous cas, quant à la mesure de la conductibilité de ces acides, M. D. Berthelot a seulement répété mes recherches et trouvé, par conséquent, mes résultats. La différence des méthodes employées est sans conséquence, les deux méthodes ayant donné, comme M. D. Berthelot le dit lui-même, des résultats concordants.

» Les mesures de la conductibilité de l'acide tartrique inactif n'ont pas été, il est vrai, exécutées par moi, mais par mon ancien élève M. P. Walden, dans le laboratoire de M. Bischof à Riga (*Ber.*, 1889, p. 1820). M. Walden a constaté la différence entre cet acide et les acides tartrique droit et racémique. Les recherches de M. D. Berthelot ne sont donc pas tout à fait originales sur ce point. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Réponse à la Note précédente de M.* Ostwald; par M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« Il ne saurait entrer dans mes intentions de prolonger plus longtemps la controverse soulevée par M. Ostwald, du moment où il déclare ne pas se réserver le principe de la méthode des conductibilités électriques, ni celui de ses applications aux phénomènes chimiques.

» Je me bornerai à constater que M. Ostwald reconnaît en fait l'originalité de mes travaux sur les sels des acides bibasiques isomères, objet essentiel de ma première Note, la seule mise en cause par sa réclamation. Je ne veux pas relever la confusion qui existe à cet égard dans la Note de M. Ostwald entre des questions distinctes dont les unes n'ont pas été traitées par moi et dont les autres n'avaient pas été abordées par lui ou ses élèves : tel est notamment le cas des sels des acides tartriques isomères. Quant au reste, je n'entrerai pas dans une discussion nouvelle sur la plus ou moins grande exactitude de la loi admise par lui pour la variation de conductibilité des sels avec la dilution, des restrictions qu'il s'est cru obligé d'y apporter lui-même et des conséquences qu'il prétend en tirer.

» Au surplus, le public compétent pourra juger du caractère propre fort différent de mes études personnelles, quand il prendra connaissance du Mémoire complet qui sera prochainement publié. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons de la pyridine.* Note de M. **Raoul Varet**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Bromocadmiate de pyridine.* — On projette du bromure de cadmium desséché et finement pulvérisé dans de la pyridine : cette dernière s'échauffe et l'on obtient une bouillie blanche. On ajoute alors un excès de pyridine et l'on chauffe au bain-marie pendant deux heures, puis on abandonne dans un endroit froid, en ayant soin d'agiter de temps en temps. Le précipité amorphe primitivement obtenu devient peu à peu cristallin; quand la transformation est complète, ce qui demande plusieurs jours, on sépare l'excès de pyridine par filtration et l'on sèche très rapidement le produit solide entre des doubles de papier. On obtient de petits cristaux blancs, brillants, répondant à la formule

$$CdBr, 3C^{10}H^5Az.$$

C'est un corps très peu soluble dans la pyridine. Traité par l'eau bouillante, il prend l'aspect d'un précipité caillebοté et se dissout entièrement. Par refroidissement, la liqueur abandonne de grandes aiguilles constituées par une combinaison nouvelle de pyridine avec le bromure de cadmium. Le corps $CdBr, 3C^{10}H^5Az$ abandonne toute sa pyridine quand on le chauffe.

» II. *Cyanure argentopyridique.* — Dans de la pyridine chauffée vers 80°, on dissout du cyanure d'argent; la liqueur filtrée laisse déposer, par refroidissement, des aiguilles prismatiques, transparentes, répondant à la formule

$$AgC^2Az, C^{10}H^5Az.$$

C'est un corps peu soluble dans la pyridine, décomposable par l'eau. Exposé à l'air, il devient d'abord opaque, puis brunit. Il perd toute sa pyridine quand on le chauffe à 110°.

» III. *Cyanomercurate de pyridine.* — Dans de la pyridine maintenue à l'ébullition, on projette du cyanure de mercure finement pulvérisé, jusqu'à ce qu'il cesse de s'y dissoudre. La liqueur filtrée encore chaude laisse déposer des cristaux grenus durs, transparents, qui, séchés très rapidement entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$HgC^2Az, C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps très soluble dans la pyridine, surtout à chaud. Il perd toute sa pyridine à 110°.

» IV. *Cyanocuivrite de pyridine.* — Dans de la pyridine maintenue à l'ébullition, on dissout du cyanure cuivreux bien pur, jusqu'à saturation. La liqueur additionnée d'un peu de pyridine bouillante, et filtrée sur un entonnoir chaud, abandonne, par refroidissement, de grandes lamelles jaunes répondant à la formule

$$Cu^2C^2Az, 2C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps très soluble dans la pyridine chaude. A l'air, il exhale une forte odeur de $C^{10}H^5Az$. Il perd toute sa pyridine quand on le chauffe à une température bien inférieure à celle de la décomposition du cyanure.

» V. *Iodocuivrite de pyridine.* — Quand on traite l'iodure cuivreux finement pulvérisé par la pyridine, celle-ci s'échauffe et prend une teinte d'un jaune brun assez prononcé, tandis que l'iodure s'agglomère en une masse blanche. On porte à l'ébullition, l'iodure cuivreux se dissout, on en ajoute

par petites quantités jusqu'à saturation de la pyridine. La liqueur filtrée sur un entonnoir chaud laisse déposer de petits cristaux jaunes répondant à la formule

$$Cu^2I, 2C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps très soluble dans la pyridine, beaucoup plus à chaud qu'à froid. Agité avec dix fois son volume d'éther, il devient blanc comme de l'iodure, mais ne perd pas toute sa pyridine, même au bout de plusieurs jours. Quand on l'expose à l'air imprégné de pyridine, il devient rapidement vert, puis brunit. Il abandonne toute sa pyridine sous l'influence de la chaleur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'amidure de sodium et sur un chlorure de disodammonium.* Note de M. **Joannis.**

« Le sodammonium se décompose spontanément à la température ordinaire, en hydrogène et en amidure de sodium AzH^2Na. Cette décomposition se produit dans l'obscurité et à la lumière, un peu plus rapidement dans ce dernier cas. Elle est toujours très lente ($0^{cc},35$ environ par vingt-quatre heures et par gramme de sodammonium). Elle paraît tendre vers une limite à mesure que la pression de l'hydrogène dégagé augmente, comme le montre le Tableau suivant où sont inscrites les pressions du mélange d'ammoniac et d'hydrogène mis en liberté.

Nombre de jours.....	0	2	5	6	27	43	65	96	187	253
Pressions..........	$180^{cm},5$	$204^{cm},7$	$225^{cm},2$	$281^{cm},8$	$353^{cm},8$	$415^{cm},1$	$480^{cm},1$	$521^{cm},7$	$560^{cm},3$	595^{cm}

» En même temps que l'hydrogène se dégage, on voit apparaître de petits cristaux blancs, transparents, pouvant avoir 1^{mm} de côté. Ces cristaux sont de l'amidure de sodium AzH^2Na, d'un aspect bien différent de celui que l'on obtient par la méthode de Gay-Lussac et qui se présente sous forme d'une masse amorphe bleue ou verte.

» L'analyse de ces cristaux a été faite en les dissolvant dans l'eau; il y a une réaction assez vive, produisant le bruit d'un fer rouge plongé dans l'eau, mais il ne se produit aucun dégagement de gaz; la solution aqueuse ne contient que de la soude et de l'ammoniac. L'absence de dégagement de gaz ne peut suffire à faire admettre l'existence d'une formule de la forme Az^xNa^{3-x}. Le dosage de l'alcalinité totale de la liqueur obtenue et celui du sodium à l'état de sulfate de soude (Na trouvé, 59,33 pour 100; théorie, 58,97 pour 100) a conduit à la valeur $x = 2$. Dans une autre expérience, l'hydrogène dégagé a été dosé et a conduit à la même conclusion.

» *Action du chlorure de sodium sur le sodammonium.* — Avant d'étudier l'action du sodammonium sur les chlorures métalliques, il était indispensable d'étudier son action sur le chlorure de sodium, puisque ce corps peut se former dans ces réductions.

» Le chlorure de sodium attaque le sodammonium, mais il ne se produit pas le sous-chlorure signalé par Rose. Quand on met en présence, à 0°, du chlorure de sodium et du sodammonium, en solution saturée, on constate que la tension, qui est d'abord de 170^{cm} de mercure (tension de la solution saturée de sodammonium à 0°) augmente assez rapidement, parce qu'il se dégage de l'hydrogène. Un assez grand nombre de mes appareils ont sauté, avant que j'aie réussi à mesurer sans perte l'hydrogène dégagé dans la réaction : j'ai constaté que pour 1 équivalent de sodammonium employé, il y avait 1 équivalent d'hydrogène mis en liberté. Lorsque la pression n'augmente plus, la liqueur est mordorée ou bleue, si l'on a mis pour 1 équivalent de chlorure de sodium plus d'un équivalent de sodium, et elle présente la couleur des solutions concentrées ou étendues de sodammonium; s'il y a, au contraire, un excès de chlorure de sodium, la liqueur est entièrement décolorée, et si on lave le produit blanc ainsi obtenu avec du gaz ammoniac liquéfié, afin de dissoudre le chlorure en excès, on constate qu'après des lavages suffisants la poudre blanche amorphe qui reste ne contient plus de chlore; c'est encore de l'amidure de sodium; on l'obtient ainsi très rapidement.

» L'action du chlorure de sodium, qui rend possible en deux ou trois jours la décomposition d'une quantité de sodammonium qui exigerait sans cela plusieurs mois pour se décomposer, est due à la formation d'un composé peu stable dont j'ai pu constater l'existence et qui a pour formule AzH^2Na^2Cl.

» *Chlorure de disodammonium* AzH^2Na^2Cl. — Ce composé s'obtient mélangé de chlorure de sodium, quand on traite du sodium par un excès de chlorure de sodium en présence d'une quantité d'ammoniac liquéfié insuffisante pour dissoudre tout le chlorure de sodium. Ce composé se détruit en effet quand on le lave avec de l'ammoniac liquéfié, en donnant du chlorure de sodium qui se dissout et de l'amidure de sodium AzH^2Na. L'eau décompose ce chlorure en ammoniac, soude et chlorure de sodium, sans dégagement d'aucun gaz et sans produire le bruit que donne l'amidure.

» Pour établir la formule de ce composé, que l'on ne peut pas isoler de l'excès de chlorure de sodium nécessaire à sa conservation, j'ai employé la méthode suivante.

» Un poids connu de sodium a été mis en présence d'un excès de chlorure de sodium (environ $3^{éq},5$ de chlorure pour 1 de sodium); le tout a été traité par de l'ammoniac liquéfié, qui a donné du sodammonium. L'appareil ayant été mis dans la glace et la décoloration du sodammonium s'étant accomplie, on a retiré les gaz contenus dans l'appareil (ammoniac et hydrogène) en les dirigeant dans un acide étendu, pour absorber l'ammoniac. Une fois que l'hydrogène a été entièrement balayé par la volatilisation de l'ammoniac liquide, on a mesuré la pression de ce gaz au fur et à mesure que l'on

en enlevait; au début, la tension était celle d'une solution saturée de chlorure de sodium dans l'ammoniaque liquéfiée ($313^{cm},9$ à $0°$). Cette tension s'est maintenue tant qu'il restait du liquide dans le tube; puis, le liquide ayant disparu, la tension a diminué constamment sans présenter de point d'arrêt; en particulier, la pression de 103^{cm} une fois atteinte ne s'est pas maintenue quand on a enlevé du gaz; on peut en conclure qu'il ne s'est pas formé, dans ces expériences, de chlorhydrate d'ammoniaque, puisqu'on aurait obtenu, dans les conditions où l'on était placé, le chlorhydrate $AzH^4Cl + 3AzH^3$, découvert par M. Troost, et l'on aurait observé à 103^{cm} une constance de tension due à la dissociation de ce composé. Ce fait constaté, on a mis de nouveau de l'ammoniac liquide sur le produit blanc à analyser, et, au lieu de maintenir la température du tube à $0°$, on l'a maintenue vers $-30°$, en laissant partir tout l'ammoniac qui pouvait se dégager à cette température. Aucune bulle d'ammoniac ne s'étant dégagée en une demi-heure, on éleva peu à peu la température jusqu'à $-24°$ et il sortit quelques bulles représentant la dilatation du gaz contenu dans l'appareil.

» On reçut ensuite l'ammoniac qui se dégagea au-dessus de cette température, dans de l'acide sulfurique titré. Cet ammoniac provenait de la dissociation du composé $NaCl, 5AzH^3$ dont j'ai récemment décrit les conditions d'existence; on maintint enfin le tube à $0°$. De la quantité d'ammoniac totale mesurée alcalimétriquement, on retranchait ce qui correspondait à la dilatation du gaz entre $-24°$ et $0°$, et on obtenait ainsi la quantité d'ammoniaque qui avait formé le corps $NaCl, 5AzH^3$; on en déduisait le poids de chlorure de sodium mis en excès. Comme on connaît d'ailleurs le poids du chlorure de sodium mis en évidence, on en déduit par différence celui qui est fixé sur l'amidure.

» Voici les nombres obtenus dans une analyse, exprimés en millièmes d'équivalent :

» Na mis 8,92 pouvant donner $99^{cc},5$ d'hydrogène à $0°$ valant 8,92.
» Hydrogène obtenu ramené à $0°$, 96^{cc} d'hydrogène valant 8,64.
» NaCl mis 30,06.
» NaCl resté libre 19,27, d'où NaCl combiné 10,79.
» AzH^2 trouvé 9,28 (d'après l'augmentation de poids du tube après l'expérience).

» Des nombres Na = 8,92, NaCl = 10,79, AzH^2 = 9,28, on déduit les proportions centésimales suivantes :

	Trouvé.	Calculé.
Na	46,03	47,17
Cl	38,89	36,42
AzH^2	15,08	16,41

» L'excès de chlore doit être plutôt attribué à un lavage incomplet qu'à la méthode d'analyse employée. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur l'*huile pour rouge. Note de M. **Scheurer-Kestner** (¹).

« La combinaison sulfonée qui se trouve dans l'*huile pour rouge* peut être isolée en traitant ce produit par un mélange approprié d'eau et d'éther; l'éther dissout les acides gras non sulfonés (ou plutôt désulfonés par l'action de l'eau pendant le lavage du produit brut obtenu, en faisant agir l'acide sulfurique sur l'huile de ricin), tandis que la substance sulfonée reste en dissolution dans la partie aqueuse, séparée de la couche éthérée. Pour l'isoler, on précipite la solution aqueuse par une dissolution de sulfate de sodium à 10° Baumé.

» En évaporant la couche éthérée, on obtient les acides gras, plus ou moins polymérisés, dont le poids peut être déterminé, tandis que la précipitation de la dissolution aqueuse permet de se rendre compte de la proportion du corps sulfoné. En général, deux préparations faites dans des conditions qui semblent identiques ne donnent pas toujours les mêmes résultats; l'*huile pour rouge* obtenue renferme des proportions variables des deux produits principaux. Les acides gras désulfonés par l'action de l'eau, durant les lavages, le sont en plus ou moins grande proportion, et la solubilité de l'*huile* dans l'eau est d'autant plus grande que ceux-ci sont en plus petite quantité. En effet ils n'y sont solubles que grâce à la présence du corps sulfoné, et donnent à la dissolution la fluorescence dont celle de l'*huile* n'est jamais exempte.

» Quant au degré de polymérisation, il semble être plus considérable dans les corps retirés par l'éther que dans le corps soluble. Ainsi, les acides gras retirés d'une même préparation, et séparés à l'état de corps sulfoné et non sulfoné, ont donné des poids moléculaires de 402 et de 472. (Le poids moléculaire de l'acide normal est 298.)

» L'acide sulforicinoléique, précipité de sa dissolution aqueuse par le sulfate de sodium, forme un hydrate sirupeux, sans apparence de fluorescence, lorsqu'il a été débarrassé par l'éther des acides gras non sulfonés. Il entre dans la composition de l'*huile pour rouge* la plus soluble pour 40 à 50 pour 100, les 50 à 60 autres centièmes étant formés d'acides gras insolubles dans l'eau : je fais abstraction, dans ce calcul, de l'eau qui les accompagne.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 158.

» L'acide sulfo-gras, à l'état isolé, a une composition qui le rapproche de l'acide diricinosulfonique

$$(C^{17}H^{32})^2\text{-}CO^2H\text{-}CO^2\text{-}O\text{-}SO^2, OH.$$

» Il est impossible de le déshydrater complètement sans le décomposer en acide sulfurique et acide gras; quand on le sèche à une température qui ne dépasse pas 60°, sa décomposition est très faible, et il renferme alors une quantité de soufre qui répond à la formule

$$CO^2 \begin{cases} C^{17}H^{32}\text{-}CO^2H \\ C^{17}H^{32}\text{-}O\text{-}SO^2\text{-}OH \end{cases} + 8H^2O,$$

qui exige 4 pour 100 de soufre; j'en ai trouvé 3,9 pour 100.

» On peut se rendre compte de la composition de l'*huile pour rouge*, en se servant successivement de tournesol et de phénol-phtaléine comme indicateurs. Le tournesol bleuit dès que le composé sulfoné est saturé, tandis que la phénol-phtaléine ne se colore que beaucoup plus tard, alors seulement que l'acide gras non sulfoné a été saturé. J'ai basé sur ces propriétés un procédé d'analyse qui donne, au moyen de deux simples titrations faites l'une après l'autre, la proportion des deux éléments principaux de l'*huile pour rouge*. La différence entre les deux titres obtenus en se servant d'une liqueur ammoniacale titrée et des indicateurs ci-dessus constitue la quantité d'ammoniaque qui a servi à la saturation des acides désulfonés. Il faut avoir soin de se servir toujours des mêmes quantités d'eau, si l'on veut avoir des résultats comparables. Cette expérience peut être utile aussi au point de vue pratique, puisque j'ai démontré que la nuance de l'avivage des couleurs de l'alizarine dépend précisément de la présence d'une plus ou moins grande proportion de composé sulfoné.

» Le titre trouvé avec le tournesol correspond au poids de sulfate de baryum que donne l'*huile pour rouge* dont le sel de sodium a été calciné. Il est aussi facile de suivre la polymérisation de l'acide ricinoléique en la mesurant par la capacité de saturation, en se servant de la phénol-phtaléine.

» L'acide ricinoléique normal, traité par l'acide sulfurique comme on traite l'huile de ricin, donne un produit pareil à celui de l'huile de ricin. En l'analysant au moyen de la double trituration, j'y ai trouvé un acide sulfoné et des acides gras polymérisés, dans la proportion de 60 à 65 pour 100 du premier.

» Je me propose de montrer ultérieurement que l'acide ricinoléique est facilement polymérisé, non seulement par l'action de la chaleur, mais aussi par celle de la vapeur d'eau, et qu'on peut le ramener à l'état normal par l'action de la soude dans des conditions déterminées. »

HYGIÈNE. — *De l'action des froids excessifs sur les animaux.* Note de M. G. **Colin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les expériences que j'ai faites depuis vingt-cinq ans, pendant les froids violents de nos hivers les plus rigoureux, notamment en 1879-80, m'ont permis de déterminer le degré d'aptitude de chacune de nos espèces domestiques à supporter, sans inconvénients sérieux, les basses températures.

» Le degré de résistance au froid que possède chacune de ces espèces m'a paru dépendre : 1° de la puissance de calorification très inégalement développée; 2° de la force de réaction qui active la circulation dans les parties superficielles du corps et prévient les stases sur les parties profondes de l'organisme; 3° de la faible conductibilité du pelage, des toisons ou fourrures, qui peuvent restreindre dans d'énormes proportions les pertes de calorique; 4° de la faible impressionnabilité des appareils organiques, notamment de celui de la respiration, des séreuses, des reins et autres viscères.

» La dernière condition a une importance capitale. Si l'impressionnabilité est exagérée, comme sur presque tous les animaux des contrées chaudes, les autres, si bien réalisées qu'elles puissent être, ne réussissent pas, même ensemble, à conjurer les effets funestes des basses températures de longue durée survenant sans transition insensible.

» Chacune des conditions de résistance au froid a une valeur qui peut être, dans la pratique, déterminée d'une manière suffisamment exacte : la puissance de calorification, par le degré auquel se maintient la température animale de l'ensemble du corps et par la somme des pertes éprouvées en un temps donné, pertes qui peuvent s'élever du dixième au quinzième du poids du corps par période de vingt-quatre heures; la force de réaction, par la température de la surface de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané, l'action protectrice des plumes, fourrure ou toison, par le degré de chaleur conservée dans leurs couches profondes; enfin la susceptibilité organique par la rareté ou la fréquence, comme par la gravité des effets pathologiques attribuables au refroidissement.

» Quant à la valeur de la résultante des conditions susdites diversement combinées, elle ne saurait être déterminée théoriquement avec exactitude; mais elle peut être mesurée avec assez de précision à l'aide de l'observation et des expériences. Les données obtenues à cet égard deviennent des éléments précieux pour dresser l'échelle de ce qu'on appelle la rusticité des animaux. En voici quelques-unes.

» Contrairement aux prévisions de la théorie, le plus petit de nos animaux domestiques, celui dont la faible masse paraît devoir se refroidir le plus vite, le lapin, est doué au maximum de la résistance au froid. Les adultes de cette espèce ont pu supporter pendant cinq et six jours, dans des cages de fil de fer suspendues à des arbres ou sur des tas de neige, des froids de — 10° à — 15°, sans perdre plus de 1° et quelques dixièmes de leur température intérieure, ni éprouver consécutivement d'indisposition appréciable. Ceux que j'ai laissés pendant deux mois de cet hiver, de la fin de novembre à la fin de janvier, dans neuf cabanes cubiques complètement ouvertes sur l'une de leurs faces, donnant accès au vent et à la neige, par des froids de — 10° à — 20° et même de — 25° dans notre région de l'Est, sont tous demeurés en parfaite santé. Ceux de ces animaux qui furent privés d'aliments pendant un ou deux jours éprouvèrent une perte diurne oscillant entre le quinzième et le huitième du poids du corps. Ceux qui passèrent un jour et une nuit dans des maisonnettes construites avec d'énormes blocs de glace, touchant le dessous et les côtés du corps, y conservèrent aussi leur température intérieure à 1° et quelques dixièmes seulement au-dessous de la normale, quoique les oreilles et les pieds éprouvassent un abaissement de 12°, 15°, même de 20°. Dans des galeries sous la neige, les choses se passèrent comme dans les grottes de glace. Aucune modification appréciable n'est résultée du refroidissement des extrémités. Mais là, les jeunes sujets périssaient suivant l'ordre de leur jeunesse, et si vite que, vers le milieu de la nuit ou à la pointe du jour, les liquides de leurs cadavres se trouvaient congelés dans les voies digestives.

» Le mouton m'a montré ensuite une résistance au froid égale à celle du lapin, pourvu qu'il conservât son épaisse toison exempte d'humidité. Après les nuits les plus froides passées en plein air, il avait encore à peu près à l'intérieur le degré normal et à la surface de la peau sous la toison 36° à 37°.

» Le bouc et le porc, à peu près nus, tant leurs soies sont clairsemées, ont offert presque la même résistance que la bête ovine. Leur peau, une fois la réaction bien établie, se maintenait à 34° ou 35°.C. dans la plupart des régions.

» Dans l'ordre décroissant de l'aptitude à supporter le froid, le chien s'est placé à la suite des animaux précédents. Tenu en plein air sur le sol glacé, ou simplement abrité sous une niche ouverte, il a conservé, malgré des frissons et des tremblements, sa température intérieure à 1° ou 2° près, sans devenir malade. L'un d'eux, pourtant, a péri après avoir éprouvé une réfrigération excessive.

» La résistance des solipèdes domestiques au refroidissement m'a paru, sauf pendant le travail, inférieure à celle des autres animaux. Aux basses températures susmentionnées, la chaleur de la peau a baissé de 6°, 8°, 10° s'ils avaient de longs poils, et de 10° à 12° avec un pelage ras ou très court. A ces basses températures, la chaleur de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané, perdait dans les régions inférieures des membres et au pied, 25° à 30°.

» Quant aux oiseaux de basse-cour, leur plumage, s'il est bien fourni et sec, leur donne au plus haut degré l'aptitude à braver, comme on le sait, les froids les plus vifs. Cet hiver, mes poules, coqs, dindes, tenus à dessein dans un local dont la température suivait presque celle du dehors, se sont maintenus, sans exception, en très bon état, mais leur ponte a été suspendue, même pendant une ou deux semaines après les froids excessifs. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur le bourgeonnement de quelques Ascidies composées.* Note de M. **A. Pizon**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Il est classique aujourd'hui que les plus ou moins grandes réserves accumulées dans l'œuf et les conditions éthologiques des parents influent sur la rapidité des processus embryogéniques; on en possède des preuves fournies par des types appartenant à plusieurs embranchements de la série animale. Chez les Ascidies composées, M. Lahille en a fourni un exemple remarquable observé chez *Diplosomoides* (Lahille), *Leptoclinum Lacazii*, Giard). Cette forme intéressante donne à la fois des petites larves, pauvres en vitellus nutritif, qui n'ont pas encore bourgeonné à la fin du troisième jour et d'autres plus volumineuses qui nagent encore le quatrième jour et renferment déjà une dizaine de blastozoïtes quelques heures après leur fixation.

» Moi-même, à Saint-Vaast-la-Hougue, pendant la belle saison dernière, dans un bassin renfermant divers *Didemnum* (*Did. niveum, Did. cereum* et *Did. sargassicola*), j'ai recueilli, au milieu de nombreuses petites larves, trois larves volumineuses, avec une masse considérable de vitellus et qui, après s'être fixées le quatrième jour seulement, offrirent une rapi-

dité blastogénétique tout à fait comparable à celle des grosses larves des *Diplosomoides* de Lahille.

» Frappé de ce fait, j'isolai immédiatement les divers cormus qui avaient donné ces larves; malheureusement la ponte était terminée; je ne fus pas plus heureux avec les nouvelles colonies que je recueillis dans la suite : nous étions au mois de juillet et c'étaient les dernières larves que produisaient les *Didemnum*, dont la ponte commence, comme on le sait, dès le printemps. Mais, bien qu'il m'ait été impossible de déterminer si ces larves volumineuses appartenaient au *Did. cereum* ou au *Did. niveum* ([1]), leur présence chez un genre voisin des Diplosomoïdes (Lahille) n'en est pas moins intéressante à constater. Cette observation montre de plus que dans mes recherches sur la blastogénèse de l'*Astellium spongiforme* (Giard) il ne m'a jamais échappé que « chez les Synascidies la rapidité du dévelop- » pement et le nombre des blastozoïtes produits par un même œuf dépend » très souvent, dans une large mesure, des conditions éthologiques » et des réserves nutritives. Jusqu'à présent, à ma connaissance, les *Diplosomoïdes* (Lahille) et les *Didemnum* sont les seuls genres, parmi les Ascidies composées, chez lesquels on a observé de telles variations dans la rapidité de la blastogénèse résultant d'une plus grande quantité d'éléments nutritifs.

» Chez les Diplosomidés (*Astellium* et *Pseudodidemnum*), en particulier, de semblables observations n'ont jamais été faites ni par Drasche, qui a étudié les Diplosomidés de la baie de Rovigno, ni par Herdmann qui a étudié les espèces du *Challenger*, ni enfin par Della Valle, à Naples.

» Plus récemment, M. Lahille a fait d'importantes recherches chez des Diplosomidés de Banyuls, de Roscoff, d'Arcachon, de Chausey et de Naples; il n'a jamais observé de variations appréciables dans la quantité de vitellus des larves.

» M. Giard lui-même, dont on connaît les longues observations sur les Ascidies composées, a vu les larves des Diplosomidés présenter une telle constance dans leur structure qu'il a écrit que « les modifications de la » blastogénèse peuvent donner de bons caractères pour les groupes de » second ordre et surtout de bons caractères génériques ». Et il distingue les embryons d'*Astellium* et de *Pseudodidemnum* de ceux de *Diplosoma Rayneri* (Macdonald) « par un seul caractère essentiel, la présence de » trois animalcules, au lieu de deux, dans la colonie embryonnaire ».

([1]) Avec M. Lahille, je considère *Did. sargassicola* (Giard) comme une variété du *Did. cereum*, dont il ne diffère que par la coloration.

» Enfin, moi-même, j'ai poursuivi pendant trois mois, à Saint-Vaast, des recherches sur les larves d'un Diplosomidé, *Astellium spongiforme*. Je dois dire d'abord que j'ai identifié cette espèce avec le *Brevistellium* de Jourdain; j'y ai été conduit par les observations de cet auteur, qu'il a faites à Saint-Vaast même, et par celles de Drasche qui, lui aussi, a remarqué que chez les Diplosomiens « on observe des transitions par trop nom-» breuses de bouches à dents émoussées, jusqu'aux bouches privées de » dents ». *M. Lahille a également assimilé le Brevistellium* (Jourdain) *à l'Astellium spongiforme* (Giard).

» Les très nombreuses larves de cette espèce que j'ai étudiées pendant mon séjour à Saint-Vaast ne m'ont jamais fourni ces variations dans la quantité de réserves nutritives que j'ai observées chez les *Didemnum*. Toutes étaient absolument semblables entre elles et à celle qu'a si bien figurée M. Giard dans ses *Recherches sur les Synascidies*, avec des différences inappréciables dans la quantité de vitellus au moment de l'éclosion. De telles différences n'existant pas non plus chez les larves observées en des points très différents, à Roscoff, à Banyuls, à Naples et à Rovigno, je ne puis croire que ce soit à des phénomènes de « pœcilogonie », que personne n'a jamais observés chez les Diplosomidés, qu'il faille demander l'explication des différences entre les observations de M. Giard et les miennes sur les premiers phénomènes blastogénétiques des embryons d'*Astellium spongiforme*. « L'embryon des *Diplosomiens*, dit-il, renferme déjà » dans l'œuf une série de trois blastozoïtes formés par bourgeonnement » direct et successif, et de plus des tubes stoloniaux gemmifères qui pro-» duiront de nouveaux animaux *dès que le têtard viendra à se fixer* ».

» Pour moi les tubes exodermiques (tubes stoloniaux de Giard) ne jouent « en aucun moment » un rôle dans la blastogénèse, pas plus d'ailleurs chez les Diplosomidés que chez les Botryllidés; je suis d'accord en ce point non seulement avec Della Valle et Lahille, mais avec Krohn ([1]) et Metschnikoff ([2]), que M. Giard combattit trois ans après qu'eurent paru leurs travaux sur les Botryllidés.

» D'autre part, j'ai toujours vu la masse brunâtre I^3 (*Arch. de Zool. exp.*, t. I, pl. 26, fig. 6) arriver à épuisement dans les vingt-quatre heures qui suivent la fixation et la larve ne présenter encore à ce moment qu'un oozoïte et un blastozoïte. Les observations faites simultanément sur des larves vivantes, sur d'autres préalablement fixées par l'acide acétique et

---

([1]) *Archiv fur Naturgesch.*, 1869, deux Mémoires.

([2]) *Bulletin Acad. Saint-Pétersbourg*, 1869, XIII.

dépigmentées par l'eau oxygénée et enfin sur des larves débitées en coupes minces, m'ont donné les mêmes résultats.

» De son côté, M. Lahille, dans les très importantes *Recherches sur les Tuniciers* qu'il publiait quelques jours après ma Note à l'Académie, dit : « Toutes les larves de *Pseudodidemnum cristallinum*, que j'ai recueillies à » Roscoff, ne m'ont jamais présenté, au moment de l'éclosion, que deux » individus, et par suite les espèces de Macdonald et de Giard doivent être » réunies ». Plus loin il ajoute : « Les larves des Diplosoma ([1]) ne m'ont » jamais présenté au moment de l'éclosion que deux individus, l'oozoïde » et le premier blastozoïde ».

» Les observations de ce naturaliste sont donc venues confirmer « d'une » façon éclatante » ce que j'ai dit sur la blastogénèse de l'*Astellium spongiforme*.

» Les *Astellium* et les *Pseudodidemnum* ont donc des embryons qui, à l'éclosion, ne diffèrent pas de ceux du *Diplosoma Rayneri* (Macdonald), et des phénomènes de « pœcilogonie » sont encore à trouver chez ces Ascidies composées ([2]). »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 février 1891.

La population française; par E. Levasseur. Tome deuxième. Paris, Arthur Rousseau, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Les planètes et leurs satellites; par Amédée Guillemin. Paris, Hachette et Cie, 1891; 1 vol. in-16.

Les théories modernes de l'électricité. — Essai d'une théorie nouvelle; par

---

([1]) M. Lahille, avec Drasche et Herdmann, a versé dans le genre unique *Diplosoma* les deux genres *Astellium* et *Pseudodidemnum* de Giard.

([2]) Travail fait au laboratoire maritime de Saint-Vaast et au laboratoire de Malacologie du Museum, dirigés par M. Edmond Perrier.

O. LODGE. Traduit de l'anglais et annoté par M. E. MEYLAN. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Le transsaharien transatlantique; par PAUL RADIOT. Paris, Ernest Leroux, 1891 ; br. in-8°.

L'Anthropologie, publiée sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD ; 1891. Tome II, n° I. Paris, G. Masson ; 1 vol. gr. in-8°.

Des kystes pancréatiques; par le Dr JULES BŒCKEL. Paris, Félix Alcan, 1891 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Verneuil. — Renvoyé au concours du prix Barbier.)

Dilatation forcée du larynx dans le croup; par M. le Dr RENOU (de Saumur.) Angers, P. Lachèse et Dolbeau, 1891 ; br. in-8°. (Envoyé au concours du prix Barbier.)

Fabrication des tubes sans soudure. Procédé Mannesmann; par F. REULEAUX. Paris, Gauthier-Villars et fils; br. in-12.

The teaching and history of Mathematics in the United States; by FLORIAN CAJORI. Washington, Government printing office, 1890; un vol. in-8°.

Ninth annual report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior, 1887-1888; *by* J.-N. POWELL. Washington, Government printing office, 1889; 1 vol. in-4°.

Monography of the United States geological Survey. Volume I. Washington, Government printing office, 1890; 1 vol. in-4°.

Mineral resources of the United States. — Calendar year 1888. DAVID T. DAY. Washington, Government printing office, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin of the United States geological Survey, n° 58-63. Washington, Government pointing office, 1890 ; 1 vol. gr. in-8°.

The origin and development of the central nervous system in Limax maximus; by ANNIE P. HENCHMAN. Cambridge, U. S. A. printed for the Museum, december 1890; br. gr. in-8°.

Recent reports to the scientific grants committee of the British medical Association; 1 vol. in-8°.

History of education Alabama 1702-1889; *by* WILLIS G. CLARK. Washington, Printing office, 1889; 1 vol. in-8°.

Den norske nordhavs-expedition. 1876-1878. XX : *Zoologi. Pycnogonidea* ved G.-O. SARS. Christiania, Grondahl et Sons Bogtrykkeri, 1891 ; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 janvier 1891.)

Note de M. *É. Mathias*, sur le théorème des états correspondants :

Page 86, lignes 27, 28 et 29, *au lieu de* $0,\overline{5994}^2$, $0,\overline{580}^2$ et $0,\overline{579}^2$, *lisez* $0,\overline{5794}^2$, $0,\overline{582}^2$ et $0,\overline{5753}^2$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 FÉVRIER 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. E. Fremy, en présentant à l'Académie un volume qu'il vient de publier, sous le titre : *Synthèse des rubis,* s'exprime comme il suit :

« La première partie de ces travaux a été publiée en collaboration avec M. Feil et la seconde avec M. Verneuil.

» Après avoir examiné les principales méthodes qui peuvent être employées pour obtenir l'alumine à l'état cristallisé, nous avons étudié la réaction qui donne le rubis en masses cristallines résistantes et volumineuses. Ce résultat a été obtenu, après de nombreux essais, en calcinant pendant plusieurs heures, dans un creuset de terre, un mélange d'alumine, de minium et de bichromate de potasse.

» Ces expériences ont été décrites précédemment dans plusieurs de nos publications. Elles ont été faites réellement en grand, car il nous est arrivé

souvent d'obtenir, dans le même creuset, plusieurs kilogrammes de rubis qui présentaient certains caractères des rubis naturels.

» Ces recherches n'ont pas eu de suite, parce qu'elles ne produisaient que des rubis lamelleux; elles ont été cependant très utiles dans le travail que j'ai entrepris, ensuite sur les rubis rhomboédriques.

» La seconde partie de mes études sur la synthèse des rubis a été publiée avec la collaboration de M. Verneuil, attaché à mon laboratoire du Muséum. L'action mutuelle des gaz et des vapeurs devait me donner des résultats que les substances vitreuses n'avaient pas présentés.

» Les cristaux de rubis épais et rhomboédriques, offrant toutes les propriétés du rubis naturel, se produisent lorsqu'on calcine pendant une centaine d'heures, à une température voisine de 1500°, un mélange d'alumine plus ou moins potassée, de fluorure de baryum et de bichromate de potasse. Je décris, dans ce Mémoire, toutes les précautions à prendre pour obtenir de beaux cristaux de rubis.

» Après avoir reconnu que les cristaux de rubis d'un volume notable ne se produisent qu'en employant de grands creusets et en prolongeant la calcination du mélange pendant plusieurs jours, j'ai eu recours à la complaisance et à l'habileté de MM. Appert, qui ont bien voulu mettre leur belle usine à notre disposition.

» Pour donner une idée exacte des dimensions et de la netteté de cristallisation des rubis obtenus par la synthèse, j'ai fait exécuter par la photographie, dans ce travail, un certain nombre des échantillons produits dans mon laboratoire. »

M. **Chauveau**, en présentant à l'Académie un Volume qu'il vient de publier sous le titre : « le Travail musculaire et l'énergie qu'il représente », s'exprime comme il suit :

« Quelques-unes de mes recherches ont déjà été communiquées à l'Académie. Ce sont les parties relatives à la détermination de la proportion d'énergie dépensée pour la contraction musculaire considérée en elle-même, je veux dire par la création de l'état d'élasticité parfaite dans lequel le muscle est induit par sa contraction.

» Les Chapitres inédits traitent d'abord des modifications que le travail mécanique exécuté par le muscle en contraction introduit dans l'échauffement de l'organe, c'est-à-dire dans les manifestations thermiques de l'énergie qu'il met en œuvre.

» Cette étude m'a permis d'exposer ensuite comment il convient de comprendre le rapport du travail mécanique produit à l'énergie dépensée, autrement dit le rendement mécanique de cette dépense d'énergie.

» J'ai introduit aussi dans ces Chapitres l'examen de la prétendue aptitude du muscle à transformer directement la chaleur sensible en travail, et je montre de nouveau qu'aucun fait ne prouve que le muscle puisse faire du travail autrement qu'avec l'énergie qu'il puise dans les transformations chimiques dont il est le siège.

» Enfin, parmi les autres points inédits, je citerai encore l'étude du mécanisme de l'échauffement du muscle en contraction, chez l'homme ou l'animal en état normal, mécanisme dans lequel le rôle principal est joué, pour les organes superficiels, par la suractivité circulatoire, exactement corrélative à la suractivité des combustions intramusculaires, sources de l'énergie employée par la contraction.

» J'aurais désiré communiquer successivement à l'Académie ces diverses études inédites, comme je l'ai fait des premières. Deux raisons m'en ont détourné :

» La première, c'est que l'exposition des faits nouveaux que j'avais à produire n'allait pas sans une exposition et une critique un peu exubérantes des faits anciennement connus;

» Ma seconde raison, c'est que le morcellement aurait nui à la clarté des démonstrations dans une étude où j'étais forcé de me mettre systématiquement un peu en dehors de quelques-unes des conventions généralement admises en Mécanique et en Biologie. Les physiologistes, jusqu'à présent, ont donné presque exclusivement leur attention au muscle entraînant des résistances; moi je vise surtout le muscle équilibrant ces résistances, et je rattache à cette étude statique toute l'étude dynamique du muscle employé à faire du travail moteur. Ceci m'a entraîné à donner à mes démonstrations une forme particulière qui gagne à être vue dans son ensemble. »

OPTIQUE. — *Sur les anneaux colorés*. Note de M. **Mascart**.

« La méthode imaginée par Sir G. Airy pour calculer les interférences dans les lames minces, en tenant compte des réflexions multiples de la lumière entre les deux surfaces, s'applique sans difficulté au cas où l'on suppose que chacune des réflexions ou réfractions est accompagnée d'une perte de phase sur la surface correspondante.

» D'autre part, Sir G. Stokes a démontré, par le principe de réversibilité, que, pour une lumière polarisée dans un des azimuts principaux, la perte de phase par réfraction est indépendante du sens de la propagation et que la somme des pertes de phase par réflexion, des deux côtés de la surface de séparation de deux milieux, est égale au double de la perte de phase par réfraction sous la même incidence, au moins quand les couches sur lesquelles s'opère le phénomène sont assez épaisses pour que la réflexion et la réfraction définitives soient établies.

» A l'aide de ce théorème on trouve aisément que, dans les anneaux colorés de réflexion et pour une lumière polarisée dans l'un des azimuts principaux, la vibration finale se réduit à deux vibrations dont la différence de phase comprend : 1° la perte de phase δ_0 qui correspond à deux passages de la lumière dans la lame mince; 2° la somme des pertes de phase par réflexion intérieure sur les deux surfaces S et S_1 qui limitent cette lame.

» Le phénomène est surtout intéressant dans la réflexion vitrée, pour la lumière polarisée perpendiculairement au plan d'incidence, au voisinage de l'incidence principale où se manifestent les effets de réflexion elliptique.

» Si la lame mince est une couche d'air comprise entre deux milieux différents et que l'on représente par β et β_1 les pertes de phase relatives à la réflexion intérieure sur la première et sur la seconde surface, la différence de phase finale des vibrations qui interfèrent est $\delta_0 + \beta + \beta_1$. Quand on augmente l'inclinaison d'une manière continue, les angles β et β_1 varient très rapidement d'une quantité très petite ν à $\pm\pi - \nu$ au passage des incidences principales correspondantes I et I_1. Si la tache centrale est noire avant qu'on ait atteint l'incidence I, elle devient blanche aussitôt après et cette nouvelle tache blanche provient de la contraction rapide du premier anneau dans le cas où la réflexion est positive; c'est au contraire la tache noire primitive qui se dilate pour former ensuite le premier anneau si la réflexion est négative. Cette circonstance, sur laquelle on ne paraît pas avoir insisté, fournit donc une méthode qualificative pour déterminer rapidement et sans aucune mesure le signe de la réflexion.

» La déformation continue des anneaux au passage de l'incidence principale est la première observation, due à Sir G. Airy, qui ait permis de constater sur le diamant l'existence de la réflexion elliptique généralisée par les travaux de M. Jamin. Toutefois, une discussion plus attentive des formules permet de prévoir que le système tout entier des anneaux ne participe pas à ces effets de contraction ou de dilatation. En effet, quand

on considère l'anneau d'ordre m, sous l'incidence i,

$$\delta_0 + \beta + \beta_1 = 2m\pi;$$

la variation d'épaisseur, pour le même anneau, qui correspond à une variation di de l'incidence, est déterminée par la condition

$$(1) \qquad d\delta_0 + d\beta + d\beta_1 = 0.$$

» Si les milieux extrêmes sont très différents et que l'observation soit faite au voisinage de l'incidence principale I, la variation $d\beta_1$ est insignifiante. On a, d'autre part,

$$\delta_0 = 2\pi \frac{2e\cos i}{\lambda}, \qquad \frac{d\delta_0}{di} = \frac{4\pi}{\lambda}\left(\cos i \frac{de}{di} - e\sin i\right).$$

» La condition (1) devient alors

$$(2) \qquad \cos i \frac{de}{di} = e\sin i - \frac{\lambda}{4\pi}\frac{d\beta}{di}.$$

» Si la réflexion est positive, la dérivée $\frac{d\beta}{di} = b$ est positive. D'abord très faible, tant qu'on est loin de l'incidence principale, elle croît ensuite rapidement au voisinage de cette région, passe par un maximum B et revient à zéro.

» Si le second membre de l'équation (2) est positif, l'épaisseur e relative à l'anneau d'ordre m croît avec l'incidence, c'est-à-dire que les anneaux se dilatent, ce qui correspond à la marche générale des phénomènes observés par Newton; l'inverse a lieu lorsque le second membre est négatif.

» Quand la dérivée de la perte de phase prend une valeur donnée b, le diamètre de l'anneau passe par un maximum ou un minimum pour l'épaisseur

$$(3) \qquad e\sin i = \frac{\lambda}{4\pi} b.$$

A mesure que l'inclinaison augmente, les anneaux voisins du centre se dilatent d'abord, passent par un diamètre maximum, puis se contractent, prennent un diamètre minimum et se dilatent ensuite continûment jusqu'à l'incidence rasante, à moins qu'on ne rencontre la seconde incidence principale I_1. Les deux incidences i et i' relatives à ces arrêts du diamètre

et les épaisseurs correspondantes e et e' sont liées par la relation

$$e \sin i = e' \sin i'.$$

» L'un de ces anneaux ne change pas de diamètre au passage de l'incidence principale. L'épaisseur E de la couche est alors

$$\mathrm{E} \sin \mathrm{I} = \frac{\lambda}{4\pi} \mathrm{B}.$$

» En supposant $\mathrm{I} < \mathrm{I}_1$, on a sensiblement

$$\mathrm{E} \cos \mathrm{I} = \frac{\lambda}{4\pi} 2m\pi,$$

$$(4) \qquad \mathrm{B} = 2m\pi \operatorname{tang} \mathrm{I}.$$

» L'anneau dont l'ordre m est défini par cette équation (4) reste stationnaire au voisinage de l'incidence I; les anneaux d'ordre plus élevé n'éprouvent aucune contraction. Il suffit donc d'observer l'ordre de l'anneau stationnaire pour en déduire la valeur maximum de la dérivée de la perte de phase.

» Enfin, si les milieux extrêmes sont identiques, les angles β et β_1 deviennent égaux. La tache centrale reste noire, par contraction du premier anneau, noir si la réflexion est positive, et l'ordre m' de l'anneau stationnaire est

$$(5) \qquad \mathrm{B} = m'\pi \operatorname{tang} \mathrm{I}.$$

» D'après les formules de Cauchy, on aurait, en appelant n l'indice du milieu supérieur, r l'angle de réfraction et ε le coefficient d'ellipticité,

$$\operatorname{tang} \beta = \varepsilon \sin i \operatorname{tang}(i + r).$$

» La dérivée maximum de la perte de phase correspond à $i + r = 90°$, c'est-à-dire sensiblement à l'incidence principale définie par la loi de Brewster $\operatorname{tang} \mathrm{I} = n'$, ce qui donne

$$\mathrm{B} = \frac{1}{\varepsilon \sin^3 \mathrm{I}} = \frac{1}{\varepsilon}\left(1 + \frac{1}{n^2}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

» L'existence d'un anneau stationnaire n'est pas douteuse au point de vue expérimental. Je l'ai constaté sur une lame d'air comprise soit entre deux flints de même nature, soit entre un prisme de crown et une surface de diamant; il en est de même pour le fer oligiste quand on emploie la lu-

mière rouge. J'ai reconnu également que l'ordre de l'anneau stationnaire varie avec la longueur d'onde. Les résultats sont, au moins d'après ces premières observations, conformes à la formule de Cauchy, mais il est assez difficile d'estimer exactement le point du système qui reste invariable au passage de l'incidence principale, et je me propose de revenir sur ces expériences. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'isolement du ferment glycolytique du sang.* Note de MM. **R. Lépine** et **Barral.**

« A un chien bien portant et en digestion, on fait une saignée. On défibrine le sang et on le soumet (à la température de + 10° C.) à l'action d'un puissant appareil centrifuge. En une demi-heure environ, on obtient la séparation de la plus grande partie du sérum. On le décante.

» Ce sérum, qui est notablement plus riche en sucre que le sang total, ainsi qu'on le sait depuis les travaux de M. Ludwig et de ses élèves, ne possède pas, en général, de pouvoir glycolytique bien sensible; c'est-à-dire que, placé pendant une heure à la température de 39° C. (voir notre Note du 26 janvier), il conserve sa teneur en sucre, tandis que du sang normal, ainsi que nous l'avons précédemment établi, perd, dans les mêmes conditions, en général, au moins un quart de son sucre et parfois bien davantage.

» On ajoute alors aux globules une quantité d'eau salée froide, égale à la quantité de sérum qui a été enlevé; et, après une nouvelle centrifugation, on obtient un liquide qui est un mélange de l'eau salée introduite et du sérum restant après la première centrifugation. Ce liquide est décanté. Il renferme moins de 20^{gr} d'albumine pour 1000, tandis que le sérum en contenait au moins 60^{gr}, et une proportion très faible de sucre (quelques centigrammes). On l'additionne d'une petite quantité de glucose pure, de manière que le liquide renferme environ 2^{gr} de sucre pour 1000, et on en détermine le pouvoir glycolytique suivant notre méthode, c'est-à-dire en faisant : 1° le dosage immédiat du sucre; 2° un nouveau dosage après une heure à 39° C. On trouve ainsi que ce pouvoir est assez notable.

» On ajoute de nouveau aux globules la même quantité d'eau salée froide et on abandonne le mélange plusieurs heures à une température inférieure à + 10° C.; puis on centrifuge une troisième fois. Le liquide ne renferme alors que peu d'albumine et seulement des traces de sucre. Si, comme précédemment, on lui ajoute du glucose et qu'on détermine son pouvoir glycolytique, on le trouve beaucoup plus considérable que celui du précédent liquide. Si l'on ajoute de l'eau salée et sucrée aux globules et

qu'on détermine leur pouvoir glycolytique, on constate qu'il a diminué corrélativement.

» Cette expérience donne une nouvelle preuve du fait que le pouvoir glycolytique du sang ne peut être considéré comme une propriété *vitale* de l'albumine du sang, ainsi que l'a fait récemment M. Arnaud. On voit, en effet, que dans la série des trois liquides : sérum, première eau de lavage, deuxième eau de lavage, l'albumine décroît énormément, tandis que le pouvoir glycolytique y augmente, en même temps qu'il diminue dans les globules. Ce transport du pouvoir glycolytique des globules dans l'eau de lavage témoigne en faveur de l'idée d'un ferment soluble. »

M. **Bouquet de la Grye**, en présentant à l'Académie un exposé des idées de M. Faye dans l'*American Meteorological Journal*, lit la Note suivante :

« M. Faye a annoncé à l'Académie, il y a deux ans, que MM. les éditeurs de l'*American Meteorological Journal* (1) l'avaient engagé à leur donner un exposé complet, et surtout suivi, de ses idées sur la théorie des tempêtes. Madame W. Harrington, femme du directeur de l'observatoire astronomique d'Ann Arbor, avait bien voulu se charger de traduire en anglais ce manuscrit. Aujourd'hui tout est terminé, et M. Faye a l'honneur d'offrir à l'Académie un ensemble des quatorze numéros où ce commun travail a été publié mois par mois.

» Il est divisé en trois parties : 1° les tempêtes proprement dites; 2° les girations des régions inférieures (trombes et cyclones); 3° les mouvements giratoires des régions intermédiaires qui donnent naissance aux orages et aux averses de pluies ou de grêle. C'est dans ce travail qu'a paru pour la première fois la représentation géométrique par plan, coupe et élévation d'une tempête avec ses limites internes et externes et avec les deux étages de phénomènes accessoires qui s'y développent sur son flanc droit. »

---

(1) MM. William Harrington, directeur de l'observatoire astronomique d'Ann Arbor, Mich.; . Lawrence Rotch, fondateur de l'observatoire météorologique de Blue Hill, Mass., et J. Herdman, professeur de Physiologie à l'Université du Michigan.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1891.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Jordan, Poincaré réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Picard et Tisserand.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, Bertrand, Poincaré, Darboux, Jordan réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bonnet et Picard.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. Jurien de la Gravière, de Bussy, Bouquet de la Grye, Pâris, de Jonquières réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. d'Abbadie et Maurice Lévy.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Léauté, Resal, Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marcel Deprez et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Pâris, Jurien de la Gravière, Maurice Lévy, Bouquet de la Grye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Jonquières et Marcel Deprez.

MÉMOIRES LUS.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de α Lyre.* Note de M. H. Deslandres.

« M. Fowler a annoncé récemment le dédoublement périodique de la raie K du calcium dans le spectre de α Lyre et en a conclu le dédoublement de l'étoile en deux composantes qui décriraient chacune en $24^h,68$ une courbe fermée, avec la vitesse de 185 milles à la seconde. Mais M. Pickering, en discutant ses nombreuses observations antérieures du

même spectre, faites, il est vrai, avec un appareil tout semblable (un prisme objectif), a trouvé un désaccord presque complet. Enfin, M. Vogel, dans une Note parue la semaine dernière, a montré, avec les photographies faites à Potsdam dans les trois dernières années, que les conclusions de M. Fowler étaient en grande partie inacceptables. Cependant, comme le spectre photographié à Potsdam ne s'étend que de $\lambda 420$ à $\lambda 460$ et, par suite, ne contient pas la raie K du calcium, le doute subsiste encore sur la réalité du fait annoncé, sinon sur son interprétation.

» Je trouve, en revenant de voyage, le débat engagé sur ce point, et je présente aussitôt mes propres observations du même spectre, qui se trouvent par hasard permettre une conclusion définitive.

» La photographie principale de M. Fowler, celle qui donne le dédoublement maximum, a été faite le 8 octobre 1890; or, ce même jour et au même moment, j'ai obtenu, à l'Observatoire de Paris, le spectre de α Lyre, avec le sidérostat de Foucault, un objectif de 12 pouces et un spectroscope photographique à fente et prisme de 60°, qui donne de F à H un spectre de 3^{cm}; pose : 1 heure, de $8^h 15$ à $9^h 15$, temps moyen. Cette épreuve offre la raie K du calcium, de même que les photographies de M. Pickering; mais, comme elle est obtenue avec une fente, elle a en plus l'avantage d'être exempte des erreurs dues à l'agitation de l'atmosphère et aux variations de l'objectif, ainsi que M. Vogel le remarque pour les photographies faites à Potsdam. Enfin elle présente un spectre de comparaison qui n'est pas formé par la seule raie $H\gamma$ de l'hydrogène, comme à Postdam, mais par les spectres électriques de l'hydrogène, du fer et du calcium. Les nombreuses raies du fer fournissent des repères excellents, aussi bien pour les erreurs de tirage que pour le déplacement des raies; l'examen de ces raies, sur l'épreuve en question, permet d'affirmer la correction de la mise au point.

» Or la raie K du calcium, dans le spectre de l'étoile, se montre fine, nette et manifestement simple; la raie voisine annoncée serait distante de $\frac{7}{20}$ de millimètre et donc visible à l'œil nu.

» Les photographies de α Lyre, faites avec le même appareil le 8 septembre et le 22 novembre, donnent des résultats semblables; de même aussi, plusieurs épreuves obtenues avec le grand télescope de $1^m,20$ et un spectroscope de dispersion un peu moindre, les 1er et 16 septembre et le 3 octobre 1890. Ces photographies ont été faites avec le concours de M. Lavollay, mon assistant. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **D.-A. Casalonga** adresse une nouvelle Note relative à « l'inexactitude du coefficient économique $\frac{T_0 - T}{T_0}$ du rendement de la chaleur ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique** informe l'Académie qu'elle ouvre une souscription pour offrir une médaille d'or à M. *J.-S. Stas*, le 5 mai prochain, à l'occasion de son cinquantième anniversaire comme membre titulaire de la classe des Sciences.

M. le Dr **G. Pichon** adresse ses remerciements pour la distinction accordée à ses travaux dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observations de deux nouvelles planètes, découvertes à l'Observatoire de Nice, les* 11 *et* 16 *février* 1891; par M. **Charlois**, présentées par M. Bouquet de la Grye.

Dates 1891.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
Février 11....	$10^h 17^m 53^s$	$9^h 51^m 35^s,09$	$\bar{1},366_n$	75° 6′21″,6	$0,652_n$
16....	$15^h 35^m 7^s$	$9^h 41^m 32^s,02$	$\bar{1},548_n$	82°57′36″,1	$0,748_n$

» *Remarque*. — La première est de grandeur 12,0 et la deuxième 11,5. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Charlois* (11 *février* 1891), *faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Toulouse;* par M. **B. Baillaud.**

Dates 1891.	Étoiles de comparaison.	Gr.	Planète — ★. Ascension droite.	Planète — ★. Déclinaison.	Nombre de compar.
Fév. 16	*a*	7,8	— 45ˢ,85	— 49″,2	18:5
17	*a*	7,8	— 1ᵐ43ˢ,92	+ 3′27″,1	12:6

Position de l'étoile de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1891,0.	Réduction au jour.
a 2127 BD + 15° = 4218 Yarn ...	9ʰ47ᵐ52ˢ,51	+ 0ˢ,83	15°15′1″,5	— 2″,0

Positions apparentes de la planète.

Dates 1891.	Temps moyen de Toulouse.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Févr. 16	13ʰ19ᵐ40ˢ	9ʰ47ᵐ7ˢ,49	$\bar{1}$,176	15°14′10″,3	$0,636_n$
18	16ʰ11ᵐ50ˢ	9ʰ46ᵐ9ˢ,42	$\bar{1}$,601	15°18′26″,9	$0,712_n$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des facules solaires, faites en* 1889 *et* 1890 *à l'équatorial Brünner* (0ᵐ,18) *de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« Nous avons résumé dans le Tableau suivant les observations des facules solaires faites pendant les deux années 1889 et 1890, à l'Observatoire de Lyon.

» Nous avons tenu compte non seulement des facules très brillantes, mais encore de celles qui étaient simplement plus brillantes que l'ensemble de la surface solaire (facules de deuxième espèce du P. Secchi) lorsque nous avons pu les observer plusieurs jours et en déterminer la position et la surface approchée. D'autre part, nous n'avons pas distingué entre les facules renfermant des taches et celles qui n'en contenaient pas; nous avons donc cherché à faire la statistique des *régions d'activité* du Soleil pendant les deux années considérées, autant du moins que cela est possible, sans tenir compte des protubérances.

» Notre Tableau donne d'abord, pour chaque mois, la distribution des groupes de facules en latitude, par zones de 10° entre — 40° et + 40°, et

dans les deux calottes polaires s'étendant de $\pm 40^\circ$ à $\pm 90^\circ$; les sixième et douzième colonnes donnent les nombres de groupes par hémisphère, la treizième le nombre total de groupes par mois; chaque groupe n'est d'ailleurs compté qu'une seule fois par rotation solaire. La dernière colonne donne les surfaces totales de tous les groupes, exprimées en *millièmes* de l'aire de l'hémisphère visible, et ramenées au centre du disque : ces surfaces sont celles des parties brillantes ou relativement brillantes et non celles de l'ensemble de l'espace occupé sur le Soleil par le réseau des facules.

	Sud.						Nord.							
	90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Som.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°. 90°.	Som.	Totaux.	Surfaces.
Janvier 1889.	1	»	»	»	8	9	5	2	1	1	1	10	19	7,0
Février......	3	1	1	3	5	13	»	2	2	1	1	6	19	6,1
Mars.........	1	1	1	3	4	10	4	2	1	1	»	8	18	6,6
Avril........	2	»	»	4	4	10	4	3	1	»	»	8	18	6,1
Mai..........	»	»	1	3	5	9	7	1	1	»	»	9	18	6,8
Juin	1	»	»	1	6	8	5	3	1	»	»	9	17	7,4
Juillet.......	»	»	»	1	6	7	9	»	»	»	»	9	16	6,4
Août.........	»	»	2	»	9	11	2	»	2	»	»	4	15	6,6
Sept	»	»	1	5	3	9	4	5	1	»	»	10	19	5,7
Oct..........	1	2	4	1	3	11	4	2	2	»	»	8	19	5,2
Nov..........	2	1	3	2	4	12	2	1	4	»	»	7	19	3,6
Déc..........	»	»	2	1	5	8	2	4	1	1	»	8	16	5,9
Totaux....	11	5	15	24	62	117	48	25	17	4	2	96	213	73,4
Janvier 1890.	»	»	3	2	3	8	2	2	4	1	»	9	17	6,6
Février......	1	1	2	2	3	9	»	2	8	1	1	12	21	5,9
Mars.........	2	1	6	1	2	12	1	3	6	2	»	12	24	6,5
Avril........	2	1	3	2	»	8	4	1	6	1	1	13	21	6,4
Mai..........	»	»	1	2	4	7	1	»	7	5	2	15	22	6,6
Juin	»	»	4	2	4	10	3	1	5	3	4	16	26	7,4
Juillet.......	»	1	3	2	2	8	4	4	5	1	»	14	22	8,1
Août.........	»	1	5	2	3	11	3	2	4	1	1	11	22	9,8
Sept	»	1	7	2	»	10	1	3	4	2	1	11	21	11,2
Oct..........	»	»	4	2	3	9	1	2	4	1	1	9	18	11,9
Nov..........	»	1	3	1	2	7	2	3	2	1	»	8	15	11,6
Déc..........	1	4	4	3	3	15	1	2	2	2	»	7	22	11,3
Totaux....	6	11	45	23	29	114	23	25	57	21	11	137	251	103,3

» L'examen des nombres obtenus dans ces conditions met en évidence plusieurs faits intéressants.

» 1° Les nombres mensuels de groupes ne varient pas beaucoup de

janvier 1889 à janvier 1890; ils augmentent un peu à partir de février 1890, et l'année 1890 présente au total trente-huit groupes de plus que 1889.

» 2° La surface totale par mois est de même peu variable de janvier à août 1889; elle va ensuite en diminuant et passe en novembre 1889 par un minimum bien net, puis elle augmente plus ou moins régulièrement jusqu'à la fin de 1890, et cette dernière année présente une superficie totale de 103,3 au lieu de 73,4 que donne 1889.

» Ces faits placent le minimum d'activité solaire en novembre 1889, comme cela résulte aussi de l'absence absolue de taches du 10 octobre au 4 décembre 1889.

» 3° La distribution en latitude des régions d'activité change complètement vers le moment du minimum. Tandis qu'au début de l'année 1889 elles étaient surtout fréquentes dans la zone de $-10°$ à $+10°$, elles se sont écartées beaucoup de l'équateur à partir du mois d'octobre, et en 1890 le maximum de fréquence est dans la zone de 20° à 30° de chaque hémisphère. De plus, les zones de 30° à 40°, Nord et Sud, qui ne comprenaient ensemble que 9 groupes en 1889 pour les deux hémisphères, en renferment 32 en 1890.

» 4° C'est l'hémisphère Sud qui est le plus riche en régions actives jusqu'au minimum (en 1889); c'est, au contraire, l'hémisphère Nord après le minimum (en 1890). »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un vortex rectiligne dans un liquide contenu dans un prisme rectangle de longueur indéfinie.* Note de M. **Andrade**, présentée par M. Maurice Lévy.

« La méthode des images a fourni à M. le professeur Greenhill une solution très simple du problème susénoncé.

» Si l'on désigne par $2a$ et $2b$ les dimensions transversales du prisme et si l'on représente respectivement par $\operatorname{sn} u$, $\operatorname{cn} u$, $\operatorname{dn} u$, $\operatorname{cotn} u$; $\operatorname{Sn} u$, $\operatorname{Cn} u$, $\operatorname{Dn} u$, $\operatorname{Cotn} u$ des fonctions doublement périodiques de modules complémentaires k^2 et k'^2, dont les demi-périodes réelles Ω, Ω' dérivent des demi-périodes Ω, $\Omega'\sqrt{-1}$, de la fonction de Jacobi $\mathrm{H}(v)$ et sont définies par la proportion

$$\frac{\Omega}{a} = \frac{\Omega'}{b} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}},$$

on aura, pour déterminer en fonction du temps t les distances x_0, y_0 du vortex à deux faces contiguës du prisme, les équations différentielles de Stokes

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{dx_0}{dt} = \dfrac{\partial Z_0}{\partial y_0}, \\ \dfrac{dy_0}{dt} = -\dfrac{\partial Z_0}{\partial x_0}, \end{cases}$$

équations dans lesquelles il faudra faire

$$(2)\quad \begin{cases} Z_0 = -\dfrac{m}{2\pi} \operatorname{Log} \dfrac{H\left(\dfrac{x_0 + y_0\sqrt{-1}}{\sqrt{\lambda}}\right) H\left(\dfrac{x_0 + y_0\sqrt{-1}}{\sqrt{\lambda}}\right)}{H^2\left(\dfrac{x_0}{\sqrt{\lambda}}\right) H^2\left(\dfrac{y_0\sqrt{-1}}{\sqrt{\lambda}}\right)}. \\ m = \text{l'intensité tourbillonnaire du vortex.} \end{cases}$$

» La trajectoire décrite par le centre d'une section droite du vortex a pour équation $z_0 =$ const. ou, ce qui revient au même,

$$(3)\quad \left[\operatorname{cotn}\left(\frac{x_0}{\sqrt{\lambda}}\right)\right]^2 + \left[\operatorname{Cotn}\left(\frac{y_0}{\sqrt{\lambda}}\right)\right]^2 = \text{const.}$$

» Telle est la solution de M. Greenhill; M. Maurice Lévy l'exposait récemment à son cours et nous engageait à la discuter, en ayant, s'il y avait lieu, égard aux pressions qui se produisent à chaque instant dans le fluide.

» Je me propose, dans cette Note, d'abord de mettre en évidence une curieuse propriété de ce vortex confiné, ensuite d'étudier le régime permanent des pressions dans le cas particulier d'un vortex dont l'axe immobile coïnciderait avec l'axe indéfini du prisme.

» Il est ici commode d'employer les fonctions $\wp(u)$ de M. Weierstrass; je poserai

$$p = \wp(x_0) = -\frac{1 + k^2}{3\lambda} + \frac{1}{\lambda\, \overline{\operatorname{sn}}^2\left(\dfrac{x_0}{\sqrt{\lambda}}\right)}; \quad q = \varpi(y_0) = -\frac{1 + k'^2}{3\lambda} + \frac{1}{\lambda\, \overline{\operatorname{Sn}}^2 \dfrac{y_0}{\sqrt{\lambda}}}.$$

$$(3\ bis)\quad \begin{cases} p + q = F = \text{const.} \qquad (F \geqq e_1 - e_3), \\ Z_0 = -\dfrac{m}{2\pi} \log[p + q]; \end{cases}$$

$$(4)\quad \begin{cases} F\,\dfrac{dx_0}{dt} = \dfrac{m}{2\pi}\sqrt{4(F - p)^3 - g_2(F - p) + g_3} \\ F\,\dfrac{dy_0}{dt} = -\dfrac{m}{2\pi}\sqrt{4(F - q)^3 - g_2(F - q) - g_3} \end{cases} \quad g_2, g_3, e_1, e_2, e_3 \text{ ayant leur signification habituelle.}$$

» Des équations précédentes on déduit immédiatement que le pied du vortex décrit une courbe fermée, et que la période T de la révolution du vortex autour de l'axe du prisme est donnée par cette intégrale indéfinie ultra-elliptique,

$$T = \frac{4\pi}{m}\int_{e_1}^{F+e_3} \frac{F\,dX}{\sqrt{(4X^2+g_2X-g_3)[4(F-X)^3-g_2(F-X)+g_3]}}.$$

» *Cas d'un vortex presque central.* — Si dans l'intégrale précédente on fait $F = e_1 - e_3 + \varepsilon$, puis $\lim \varepsilon = 0$, on trouve sans difficulté

$$\lim T = \frac{4\pi^2}{m\sqrt{(e_1-e_2)(e_2-e_3)}};$$

c'est la durée d'une vibration infiniment petite du vortex.

» *Cas d'un vortex très excentrique : sa vitesse de circulation est très grande.* — Supposons que la constante F prenne de très grandes valeurs, je dis que la durée T devient infiniment petite avec $\frac{1}{F}$.

» En effet, appelons v la vitesse de circulation du vortex, les équations (4) nous donnent

$$(5)\qquad F^2v^2 = \frac{m^2}{4\pi^2}F[4(p^2-pq+q^2)-g_2];$$

sur la trajectoire, $(p+q=F)$ la vitesse v sera donc susceptible d'un minimum au moins égal à la quantité ϖ définie par l'équation suivante

$$(6)\qquad F^2\varpi^2 = \frac{m^2F}{4\pi^2}(F^2-g_2),$$

que l'on déduit de (5) en y faisant $p = q = \frac{F}{2}$.

» J'ajoute que, pour F suffisamment grand, cette valeur ϖ sera réellement atteinte.

» Mais cette vitesse minima ϖ, dont la valeur asymptotique est $\frac{m}{2\pi}\sqrt{F}$, sera infinie avec F ; ce que démontre le résultat annoncé, car la longueur de la trajectoire du vortex est finie.

» *Régime du fluide autour d'un vortex central.* — Prenons pour origine des coordonnées x, y d'une particule quelconque du fluide le centre d'une section droite du prisme, en sorte que les équations de Stokes rela-

tives à la particule, deviennent ici

$$(9)\quad \begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = \dfrac{\partial Z}{\partial y} = -\dfrac{m}{\pi(1-G^2)}\,\mathrm{cn}\dfrac{x}{\sqrt{\lambda}}\,\mathrm{Sn}\dfrac{y}{\sqrt{\lambda}}\,\mathrm{Dn}\dfrac{y}{\sqrt{\lambda}}\,\dfrac{1}{\sqrt{\lambda}}; \\ \dfrac{dy}{dt} = -\dfrac{\partial Z}{\partial x} = \dfrac{m}{\pi(1-G^2)}\,\mathrm{Cn}\dfrac{y}{\sqrt{\lambda}}\,\mathrm{Sn}\dfrac{x}{\sqrt{\lambda}}\,\mathrm{dn}\dfrac{x}{\sqrt{\lambda}}\,\dfrac{1}{\sqrt{\lambda}}; \end{cases} \qquad Z = -\frac{m}{2\pi}\log\frac{1-\mathrm{cn}\dfrac{x}{\sqrt{\lambda}}\,\mathrm{Cn}\dfrac{y}{\sqrt{\lambda}}}{1+\mathrm{cn}\dfrac{x}{\sqrt{\lambda}}\,\mathrm{Cn}\dfrac{y}{\sqrt{\lambda}}};$$

on déduit de là

$$\mathrm{cn}\frac{x}{\sqrt{\lambda}}\,\mathrm{Cn}\frac{y}{\sqrt{\lambda}} = G = \text{const.},$$

$$\lambda U^2 = \lambda\left(\frac{dx^2}{dt^2}+\frac{dy^2}{dt^2}\right) = \frac{m^2}{\pi^2(1-G^2)}\left(k^2\,\mathrm{cn}^2\frac{x}{\sqrt{\lambda}} + k'^2\,\mathrm{Cn}^2\frac{y}{\sqrt{\lambda}}\right).$$

» La vitesse est donc maxima quatre fois, aux points où la trajectoire coupe les axes; elle est minima en des points intermédiaires par rapport aux précédents. Les carrés des deux vitesses maxima et de la vitesse minima ont pour valeurs respectives

$$\frac{m^2}{\lambda\pi^2(1-G^2)}(k^2+k'^2G),\quad \frac{m^2}{\lambda\pi^2(1-G^2)}(k'^2+k^2G^2),\quad \frac{m^2}{\lambda\pi^2(1-G^2)}\,2kk'G.$$

» Pour G très petit, c'est-à-dire pour une trajectoire assez voisine des parois, la vitesse minima est très petite, comme $\sqrt{G}$; les parties voisines des angles ont donc une vitesse petite. Ce n'est donc pas en ces points que l'on pourrait redouter de grandes vitesses, et par suite des pressions négatives, indices de formation de vides au sein du fluide.

» Les grandes vitesses seraient au contraire dans le voisinage immédiat du vortex et c'est en ces points qu'il suffirait d'exercer une pression, lors de la formation du vortex; cette pression ne pourrait se calculer qu'en restituant au vortex ses dimensions, que l'analyse précédente suppose négligeables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation plane des équations à quatre variables.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Soit une équation à quatre variables

$$(1)\qquad F(x, y, z, t) = 0.$$

» A chaque valeur de t correspond une surface. Cette surface est, comme on sait, représentable sur un plan par ses courbes de niveau. On

ne peut songer à superposer sur un même plan les divers systèmes de courbes de niveau répondant aux valeurs successives de t. De là l'impossibilité, à moins d'un artifice particulier, de représenter sur un plan les équations à quatre variables. Il y a donc intérêt à signaler la méthode suivante, qui permet d'effectuer la représentation plane d'une classe très étendue d'équations de ce genre.

» Supposons que l'équation (1) puisse se mettre sous la forme

$$(2)\qquad \begin{vmatrix} f_1(x) & f_2(x) & f_3(x) \\ \varphi_1(y) & \varphi_2(y) & \varphi_3(y) \\ \psi_1(z,t) & \psi_2(z,t) & \psi_3(z,t) \end{vmatrix} = 0,$$

très générale puisqu'elle contient six fonctions arbitraires, et considérons dans un système de coordonnées parallèles [1] les points dont les équations sont

$$(3)\qquad u f_1(x) + v f_2(x) + f_3(x) = 0,$$

$$(4)\qquad u \varphi_1(y) + v \varphi_2(y) + \varphi_3(y) = 0,$$

$$(5)\qquad u \psi_1(z,t) + v \psi_2(z,t) + \psi_3(z,t) = 0.$$

» L'équation (1) exprime que ces trois points sont en ligne droite. De là, la méthode que nous avons en vue.

» Dans l'équation (3) faisons varier le paramètre x. Nous obtenons ainsi une suite de points distribués sur une certaine courbe X. En inscrivant à côté de chacun de ces points la valeur correspondante de x, nous obtenons la graduation de la courbe X.

» De même l'équation (4), dans laquelle on fera varier le paramètre y, fournira une courbe graduée Y ; et l'équation (5), pour chaque valeur attribuée à t, donnera par variation de z une courbe graduée T qui sera elle-même désignée par la valeur correspondante de t. Les courbes T forment un système (T), et les points de même graduation de ces courbes sont distribués sur d'autres courbes Z qui ne sont autres que celles qu'on obtient au moyen de (5) par variation de t quand on donne à z les valeurs successives qui sont précisément les cotes du système (Z).

---

(1) Nous avons développé dans une brochure spéciale (Gauthier-Villars, 1885) la théorie de ces coordonnées qui déterminent une droite par les segments qu'elle détache sur deux axes parallèles, à partir d'origines fixes.

» En résumé, la représentation de l'équation (2) se composera des deux courbes graduées X et Y et des deux systèmes de courbes cotées (Z) et (T).

» Dès lors, si (x_0, y_0, z_0, t_0) est une solution de l'équation (2), la droite joignant le point x_0 de la courbe X au point y_0 de la courbe Y passera par le point de croisement de la courbe z_0 du système (Z) avec la courbe t_0 du système (T).

» On voit immédiatement à quoi tiendrait l'insuccès de l'application du même principe si u et v étaient des coordonnées ponctuelles; c'est que, les équations (3), (4), (5) représentant alors des droites, les diverses courbes X, Y, (Z), (T) interviendraient non plus par l'ensemble de leurs points, mais par celui de leurs tangentes, en sorte que la figure présenterait une complication qui rendrait son exécution matériellement impossible.

» La méthode précédente est susceptible de nombreuses applications au calcul graphique. Toutefois il faut remarquer qu'elle devient illusoire si les diverses courbes (Z) et, par suite, les diverses courbes (T) coïncident entre elles, sans qu'il en soit d'ailleurs de même de leurs graduations. C'est ce qui a lieu en particulier lorsque l'un quelconque des éléments de la dernière ligne du déterminant (2) est nul.

» *Exemple d'application.* — Pour

$$f_1 = 1, \quad f_2 = 0, \quad f_3 = -x,$$
$$\varphi_1 = 0, \quad \varphi_2 = 1, \quad \varphi_3 = -y,$$
$$\psi_1 = t^2, \quad \psi_2 = t, \quad \psi_3 = t^3 + z,$$

on a la représentation de

$$t^3 + xt^2 + yt + z = 0,$$

et, par suite, un Tableau graphique donnant la résolution de l'équation *complète* du troisième degré pour toutes valeurs des coefficients. Ici, les courbes X et Y se confondent respectivement avec les axes de coordonnées parallèles portant leurs graduations naturelles; les courbes (Z) sont des parallèles à ces axes; les courbes (T) des courbes unicursales du troisième ordre tangentes à la droite de l'infini et ayant pour asymptotes les droites X et Y. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de surfaces harmoniques*. Note de M. L. RAFFY, présentée par M. Darboux.

« Je me propose d'établir ici une proposition qui joue un rôle important dans la théorie des surfaces harmoniques. Elle consiste en ce que *toute surface harmonique dont les lignes d'égale courbure sont parallèles est applicable sur une surface de révolution.*

» Quand une surface est harmonique, on sait, en vertu d'un théorème fondamental dû à M. Massieu, que l'équation de Jacobi pour les géodésiques de cette surface admet une intégrale quadratique et homogène. En appliquant ce principe au cas où la surface est rapportée à une famille de géodésiques et à leurs trajectoires orthogonales, on arrive à la règle suivante qui m'a déjà permis de trouver [1] toutes les surfaces harmoniques résultant de la déformation des surfaces réglées :

» *Pour qu'un élément linéaire donné sous la forme*

$$ds^2 = du^2 + G\,dv^2 \tag{1}$$

soit réductible à la forme harmonique, il faut et il suffit qu'on puisse, en choisissant convenablement les deux fonctions A *et* W *de la seule variable v, satisfaire aux deux équations*

$$\frac{\partial\mu}{\partial v} = G\left(W + A'\int\frac{du}{G}\right), \tag{2}$$

$$\frac{\partial}{\partial u}\,\frac{\mu'_u - 3A}{G} = \frac{2}{G\sqrt{G}}\,\frac{\partial}{\partial v}\left[\sqrt{G}\left(W + A'\int\frac{du}{G}\right)\right]. \tag{3}$$

Or l'élément linéaire (1) conviendra à toutes les surfaces dont les lignes d'égale courbure ($u = \text{const.}$) sont parallèles si l'on y fait

$$G = \frac{(U - V)^2}{U'}. \tag{4}$$

» Grâce à cette expression particulière de G, les relations (2) et (3) permettent de calculer explicitement les deux dérivées premières de la fonction auxiliaire μ. Il n'y a plus qu'à écrire la condition d'intégrabilité;

---

[1] *Comptes rendus*, t. CX, p. 223.

on trouve ainsi l'équation fonctionnelle

$$\begin{aligned}(WU'' + V'_1 U')(U - V)^2 \\ - [A'U'' + 2WU'^2 + 2U'(V_1 V' + W'')](U - V) \\ + 4A'U'^2 + (3V'W' + WV'' + A''')U' = 0,\end{aligned}$$

où V_1 est une fonction inconnue de v, introduite par l'intégration. Si l'on prend pour variable U, et qu'on mette U_1 à la place de U', il vient, en désignant par un accent la dérivée de U_1 par rapport à U,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} & W(U^2 U'_1 - 2UU_1) - (2VW + A')UU'_1 + V(VW + A')U'_1 \\ & \quad + 2(VW + 2A')U_1 + V'_1 U^2 - 2(VV_1 + W')'U + \varphi(v) = 0.\end{aligned}\right.$$

» Pour établir notre théorème, il faut montrer que, si l'on exclut l'hypothèse $V = \text{const.}$ qui donne les surfaces à courbure variable applicables sur les surfaces de révolution, cette équation n'admet pas d'autres solutions que celles qui correspondent aux surfaces à courbure totale constante. Or on trouve que ces surfaces sont caractérisées par $U'''_1 = 0$, la fonction V restant arbitraire.

» Tout revient donc à prouver que l'équation (5) n'admet aucune solution quand on suppose $V' \neq 0$ et $U'''_1 \neq 0$. A cet effet, je différentie son premier membre trois fois successivement par rapport à U, ce qui donne

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} & W(U^2 U'_1 - 2UU_1)''' - (2VW + A')(UU'_1)''' \\ & \quad + V(VW + A')U^{\text{iv}}_1 + 2(VW + 2A')U'''_1 = 0;\end{aligned}\right.$$

et je montre que W doit être supposé différent de zéro. Je puis alors diviser tous les termes de l'équation (6) par le produit WU'''_1 et je différentie une fois encore par rapport à U et une fois par rapport à v. Dans l'équation obtenue de la sorte,

$$(7)\qquad \left(2V + \frac{A'}{W}\right)' \frac{d}{dU} \frac{(UU'_1)'''}{U'''_1} = \left(V^2 + V\frac{A'}{W}\right)' \frac{d}{dU} \frac{U^{\text{iv}}_1}{U'''_1},$$

on ne peut supposer nulle, ainsi que je l'établis, ni la fonction de U qui est au second membre, ni celle de v qui figure au premier. Divisant alors par leur produit, l'équation (7) se sépare en deux, dont l'intégration est immédiate. On trouve, en désignant par n, a et b trois constantes,

$$\frac{U^{\text{iv}}_1}{U'''_1} = \frac{a}{U - n}, \qquad \frac{A'}{W} = -\frac{V^2 - 2nV + b}{V - n};$$

et, si l'on substitue ces résultats dans l'équation (6), on arrive à l'équation séparée

$$a\frac{U^2-b}{U-n}+4U+(a-1)\frac{V^2-2nV+b}{V-n}-2(a+2)V=0$$

qui est manifestement impossible. Ainsi les solutions $V'=0$ et $U_1'''=0$ sont les seules qu'admette l'équation (5). L'une comme l'autre ne donne que des surfaces applicables sur des surfaces de révolution. Notre théorème est donc complètement démontré. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité des mélanges d'air et d'hydrogène.* Note de M. ULYSSE LALA, présentée par M. Cailletet.

« L'étude de ces mélanges a été faite avec l'appareil et par la méthode indiquée dans une précédente Communication [1] : une certaine masse du mélange gazeux sous volume 1 est amenée, à température constante, à occuper le volume $\frac{1}{2}$; les expériences successives se font par pressions décroissantes sur des masses gazeuses de plus en plus faibles.

» L'hydrogène, purifié suivant le procédé de MM. Eug. Varenne et Em. Hebré [2], est envoyé, après dessiccation complète, dans le récipient où s'effectue le mélange de ce gaz avec l'air. La composition du mélange résulte de la proportion d'oxygène qu'il contient, quantité que l'on détermine par absorption, à l'aide de l'hydrosulfite de sodium. Les analyses faites au début et à la fin de chaque série d'expériences ont établi la constance de composition des mélanges pendant les essais.

» Dans la présente Note, je ne parlerai que des mélanges contenant plus de 16 pour 100 d'hydrogène, me proposant de faire connaître ultérieurement le résultat des expériences, encore inachevées, sur des mélanges moins riches en hydrogène.

» Les mélanges dont je résume ici l'étude contenaient respectivement 16,38, 28,12, 33,08, 39,28, 49,89 pour 100 d'hydrogène. Ils ont été soumis à des pressions comprises entre 105^{cm} de mercure, limite infé-

---

(1) *Compressibilité des mélanges d'air et d'acide carbonique* (*Comptes rendus*, t. CXI, 2e semestre, p. 819; 1890).

(2) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXVIII, 2e semestre, p. 523; 1877.

rieure relative aux pressions initiales sous volume 1, et 1560^{cm}, limite supérieure des pressions finales sous volume $\frac{1}{2}$.

» Pour représenter graphiquement les résultats, j'adopte les coordonnées suivantes : les abscisses sont les pressions initiales sous volume 1, et les coordonnées correspondantes les différences entre le double de la pression initiale considérée et la pression finale relative au volume $\frac{1}{2}$. Cette différence, nulle pour un gaz parfait suivant la loi de Mariotte, positive si le gaz se comprime plus que ne l'indique la loi, négative dans le sens contraire, fait connaître l'écart entre la compressibilité réelle du gaz et la loi de Mariotte. Dans ce mode de représentation, les résultats donnés par Regnault pour l'air, l'azote, le gaz carbonique et l'hydrogène se rangent sur des lignes droites issues de l'origine, situées au-dessus de l'axe des abscisses pour les trois premiers gaz, au-dessous pour l'hydrogène.

» Ce procédé graphique permet de déduire immédiatement de mes expériences les conséquences suivantes.

» La compressibilité des mélanges considérés d'air et d'hydrogène, dans lesquels la proportion de ce dernier gaz va en croissant à partir de 16,31 pour 100, est intermédiaire entre celles de l'air et de l'hydrogène pour des pressions initiales faibles qui augmentent avec la quantité d'hydrogène et peuvent s'élever à 175^{cm} de mercure environ pour un mélange à 49,89 pour 100 d'hydrogène. Mais cette compressibilité s'écarte de la loi de Mariotte dans le même sens que celle de l'hydrogène.

» Puis, la pression finale augmentant, l'écart par rapport à la loi de Mariotte, pour un mélange déterminé, reste de même sens en devenant plus grand pour le mélange que pour l'hydrogène, et cet écart croît avec la pression initiale, de sorte que la compressibilité du mélange est alors constamment moindre que celle de l'hydrogène.

» Lorsque la quantité d'hydrogène augmente, la compressibilité du mélange s'écarte progressivement, quoique lentement, de celle de l'hydrogène, mais pour une proportion d'hydrogène comprise entre 33,08 et 39,28 pour 100, la compressibilité du mélange non seulement ne tend plus à s'écarter de celle de l'hydrogène, mais au contraire s'en rapproche pour des pressions initales faibles inférieures à 180^{cm} de mercure environ. La proportion d'hydrogène continuant à croître, la compressibilité du mélange se rapproche de celle de l'hydrogène pour toutes les expériences de la série, c'est-à-dire pour une pression initiale quelconque dans les limites signalées. L'étude du mélange à 49,89 pour 100 d'hydrogène met nettement ce fait en évidence : la compressibilité de ce mélange est en effet plus voisine de

celle de l'hydrogène que celle du mélange à 39,28, et elle devient intermédiaire entre celle de l'air et de l'hydrogène pour une pression initiale plus élevée que pour les autres mélanges.

» Ainsi, après écart, la compressibilité des mélanges d'air et d'hydrogène étudiés, inférieure à partir d'une certaine pression initiale à celle de l'hydrogène, tend vers celle-ci à mesure que la quantité de ce gaz augmente. C'est un fait analogue, mais de sens inverse, à ce qui se passe pour les mélanges d'air et de gaz carbonique.

» Ces résultats, qui indiquent pour la compressibilité des mélanges gazeux une complexité particulière, ont été contrôlés par une série de mesures faites, par le même procédé et avec le même appareil, sur des gaz isolés : air, gaz carbonique. Ces mesures concordent d'une manière très satisfaisante avec les résultats dus à Regnault ([1]). »

OPTIQUE. — *Sur la compression du quartz* ([2]). Note de M. **Monnory**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai entrepris des expériences pour vérifier sur le quartz une conséquence importante de la théorie de M. Gouy sur les effets simultanés du pouvoir rotatoire et de la double réfraction ([3]).

» Si l'on fait tomber normalement sur une lame biréfringente douée de pouvoir rotatoire une vibration rectiligne parallèle à la section principale de la lame, la vibration émergente est en général une ellipse que l'on peut décomposer, suivant la manière habituelle, en deux vibrations rectilignes respectivement parallèle et perpendiculaire à la section principale de la lame. En appliquant la théorie de M. Gouy, j'ai obtenu, par des calculs simples, les éléments de cette ellipse, en fonction de la différence de marche φ produite par la double réfraction seule entre les composantes rectilignes et de la différence de marche $\frac{\omega}{\pi}$ produite par le pouvoir rotatoire seul entre les composantes circulaires de Fresnel, et j'ai discuté les résultats ([4]).

([1]) Laboratoire de Physique de M. le professeur G. Berson, à la Faculté des Sciences de Toulouse.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'École de Cluny.

([3]) *Journal de Physique*, 2e série, t. IV, p. 149; 1885.

([4]) *Ibid.*, 2e série, t. IX, p. 277; 1890.

» Soit α l'angle du grand axe de la vibration émergente avec la direction de la vibration incidente, la discussion montre que, si l'on associe à un pouvoir rotatoire constant ω une double réfraction croissant à partir de zéro, la rotation α diminue ou augmente suivant la valeur du pouvoir rotatoire. Pour $\omega < 61^\circ 16' 59''$, α diminue jusqu'à zéro, puis oscille asymptotiquement autour de cette valeur; ω étant compris entre $61^\circ 16' 59''$ et $\frac{\pi}{\sqrt{8}} (= 63^\circ 38' 23'')$, α croît d'abord pour diminuer ensuite comme dans le premier cas; pour ω compris entre $\frac{\pi}{\sqrt{8}}$ et $\frac{3\pi}{\sqrt{8}}$, α croît d'abord et atteint la valeur π, autour de laquelle il oscille ensuite.

» J'ai commencé la vérification de ces conséquences de la théorie en employant deux lames de quartz, taillées perpendiculairement à l'axe : l'une (lame n° 1) lévogyre, dont le pouvoir rotatoire pour la lumière jaune du sodium est égal à $44^\circ 10'$; l'autre (lame n° 2) dextrogyre, ayant un pouvoir rotatoire de $65^\circ 0'$. Un appareil spécial, construit par M. Bénévolo, me permet de produire sur ces lames, au moyen de poids, une compression verticale, uniforme, croissant à volonté. La lame est placée derrière le polariseur de l'appareil de Jamin pour la réflexion métallique, normalement aux rayons incidents; la section principale du polariseur, éclairée par un brûleur Laurent, est rendue horizontale. La vibration émergente est étudiée au moyen du compensateur de Babinet et d'un nicol analyseur; je détermine ainsi la différence de marche d de ses composantes rectilignes, verticale et horizontale, et l'angle β dont il faut faire tourner la section principale de l'analyseur, placée d'abord verticalement, pour rendre les franges aussi noires que possible ([1]). Il est aisé de trouver les relations qui donnent, pour chaque expérience, la valeur de α et celle du rapport K des axes de l'ellipse émergente.

» L'expérience montre, conformément à la théorie, que, par suite de la compression, la rotation α de la vibration qui sort de la lame diminue pour la première lame et augmente pour la seconde, ainsi que l'indique le Tableau ci-dessous. Au moyen des données expérimentales je détermine, pour chaque expérience, la différence de marche φ due à la double réfraction seule, par une relation facile à établir ([2]). La valeur de φ étant ainsi connue, je peux ensuite calculer les valeurs théoriques de la rotation α et du rapport K des axes.

([1]) Afin d'obtenir une précision suffisante, je prends, pour chaque détermination, la moyenne d'un grand nombre de lectures.

([2]) Pour obtenir cette relation, il suffit d'exprimer, en fonction de φ et de ω, la différence de marche des composantes rectilignes et de l'égaler à d. On trouve l'équation

$$\frac{\varphi}{\sqrt{\varphi^2 + \frac{\omega^2}{\pi^2}}} = \frac{\tan 2\pi d}{\tan \pi \sqrt{\varphi^2 + \frac{\omega^2}{\pi^2}}}.$$

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

	Pression en kilogr.	β.	d.	φ.	α observé.	α théorique.	K observé.	K théorique
		↗						
Lame n° 1...	0	44°.10′	»	»	44°.10	44°.10′	»	»
	30	43	$\frac{15,9}{239}$	0,106	42.49	42.56	0,212	0,211
	40	42	$\frac{21,5}{239}$	0,145	41.27	41.32	0,289	0,289
	50	41. 6	$\frac{26,5}{239}$	0,180	39.56	40. 3	0,359	0,359
		↘						
Lame n° 2...	0	65. 0	»	»	65. 0	65. 0	»	»
	30	62.42	$\frac{22,4}{239}$	0,103	65.16	65.18	0,239	0,238
	40	61.12	$\frac{28,8}{239}$	0,137	65.34	65.32	0,320	0,320
	50	59.12	$\frac{35,4}{239}$	0,174	66. 5	66.55	0,413	0,416
	70	54.15	$\frac{46,4}{239}$	0,244	67. 7	67.11	0,612	0,612

» La théorie se trouve donc confirmée par ces expériences : une compression qui croît à partir de zéro a pour effet de diminuer ou d'augmenter la rotation de la vibration émergente, suivant la valeur de l'épaisseur de la lame de quartz soumise à la compression.

» Le Tableau ci-dessus montre aussi que la différence de marche φ due à la compression seule est proportionnelle à cette compression [1]. On voit, de plus, que, pour une charge donnée, φ a sensiblement la même valeur pour les deux lames; ce résultat s'explique aisément : les lames sont en effet de même largeur ($13^{mm},5$), et l'on sait qu'alors une charge donnée doit produire une double réfraction constante, indépendante de l'épaisseur. La compression nécessaire pour rendre φ égal à une demi-longueur d'onde de la lumière jaune du sodium, calculée d'après les expériences précédentes, est égale à 104^{kg} environ par centimètre carré.

» Je me propose de compléter ces résultats en employant de nouvelles lames d'épaisseurs différentes et de déterminer l'élasticité optique du quartz taillé perpendiculairement à l'axe. »

---

[1] Ce résultat a déjà été obtenu par M. Beaulard (*Comptes rendus*, 21 juillet 1890).

OPTIQUE. — *Position de la vibration lumineuse; système de Fresnel et de M.* Sarrau. Note de M. **E. Carvallo**, présentée par M. Poincaré.

« 1. Par la considération du terme de dispersion de Briot, dont la nécessité a été établie pour la première fois par M. Mouton [1], j'ai démontré antérieurement [2] (sous certaines conditions que j'ai bien mises en évidence), que la vibration est, conformément à l'hypothèse de Fresnel et contrairement à celle de Neumann, dans un azimut perpendiculaire au plan de polarisation. Les belles expériences de M. Wiener, qui occupent l'attention de l'Académie, paraissent confirmer ce résultat par une méthode plus directe. Pour les milieux isotropes, la vibration est dans le plan de l'onde; mais, pour les cristaux biréfringents, est-elle rigoureusement dans ce plan, comme le veut Fresnel, ou fait-elle avec lui un petit angle comme dans d'autres théories? C'est une question que j'ai réservée et dont je veux indiquer aujourd'hui la solution.

» 2. Système de Fresnel. — Si l'on admet, avec Fresnel, que la vibration est rigoureusement dans le plan de l'onde, et si l'on introduit dans les équations de la lumière les termes de Briot, on trouve que les lois connues de la double réfraction sont légèrement altérées par ces termes. En particulier, si l'on considère un cristal à un axe optique, tel que le spath d'Islande, on trouve que rien n'est changé pour le rayon ordinaire : il continue à se propager avec une vitesse rigoureusement constante dans toutes les directions. Au contraire, pour l'indice du rayon extraordinaire, on trouve la formule [3]

$$\frac{1}{n^2} = (a + cl^2)\cos^2\omega + (a' + c'l^2)\sin^2\omega, \tag{1}$$

dans laquelle n est l'indice de réfraction, $l = \frac{\lambda}{n}$ le quotient par n de la longueur d'onde dans le vide λ; ω est l'angle de la normale d'onde avec l'axe optique; a, c, a', c' sont des constantes. Si l était constant, la formule (1) signifierait que la surface de l'onde pour le rayon extraordinaire

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 967, 1078 et 1189; 1879.

(2) *Thèse, Annales de l'École Normale*, supplément pour 1890; *voir* aussi *Journal de Physique*, 2e série, t. IX; 1890.

(3) *Ibid.*, n° 49.

est un ellipsoïde; mais $l = \frac{\lambda}{n}$ est variable à cause du dénominateur n, de là une déformation de l'ellipsoïde. Cette déformation, très faible il est vrai, serait cependant sensible à des expériences bien faites. Nous verrons qu'elle n'existe pas.

» 3. Système de M. Sarrau. — Au contraire, partons des équations de M. Sarrau complétées par les termes de Briot, savoir [1] :

$$(2)\quad \begin{cases} A\dfrac{d^2\xi}{dt^2} + G\xi = \Delta\xi - \dfrac{d\theta}{dx}, \\ B\dfrac{d^2\eta}{dt^2} + H\eta = \Delta\eta - \dfrac{d\theta}{dy}, \\ C\dfrac{d^2\zeta}{dt^2} + K\zeta = \Delta\zeta - \dfrac{d\theta}{dz}, \end{cases}$$

et substituons dans ces équations les valeurs

$$\xi = L\sin P, \qquad \eta = M\sin P, \qquad \zeta = N\sin P,$$
$$P = 2\pi\left(\frac{\alpha x + \beta y + \gamma z}{l} - \frac{t}{T}\right).$$

T est la période vibratoire; α, β, γ les cosinus directeurs de l'onde plane. Nous obtenons ainsi trois équations, dont la première est

$$\left(\frac{-4\pi}{T^2}A + G\right)L = \frac{-4\pi^2}{l^2}[L - \alpha(\alpha L + \beta M + \gamma N)].$$

» Le même résultat aurait été obtenu par les équations de M. Sarrau, en supprimant dans les équations (2) les termes en ξ, η, ζ de Briot, et remplaçant A, B, C respectivement par

$$A' = A - \frac{T^2}{4\pi^2}G, \qquad B' = B - \frac{T^2}{4\pi^2}H, \qquad C' = C - \frac{T^2}{4\pi^2}K.$$

» Les quantités A', B', C' ne dépendent que de la période vibratoire T et nullement des cosinus directeurs α, β, γ du plan d'onde. Donc la surface de l'onde change seulement quand on passe d'une radiation à une autre, mais les lois de la double réfraction monochromatique ne sont nullement altérées par les termes de Briot, savoir :

» 1° Absence de vibrations longitudinales.

» 2° Deux vibrations quasi transversales dont les vitesses de propaga-

---

[1] Les notations sont celles de M. Poincaré (*Théorie de la lumière*); A, B, C, G, H, K sont des constantes.

tion donnent lieu à la forme connue, rigoureusement conservée, de la surface de l'onde.

» 3° Ces vibrations sont perpendiculaires aux rayons lumineux correspondants (¹).

» J'ajouterai que, de tous les systèmes proposés jusqu'ici, celui de M. Sarrau est le seul qui jouisse de cette propriété très remarquable de n'être troublé en rien par l'introduction des termes de Briot. En particulier, en dehors des deux systèmes examinés ici, l'introduction des termes de Briot entraîne généralement des vibrations longitudinales.

» 4. Résultats de l'expérience. — Si maintenant on compare les valeurs de n déduites des deux théories avec les valeurs observées dans le spath à 30° de l'axe optique, on obtient le Tableau suivant, où la colonne λ désigne la radiation; O, S, F sont les valeurs de n observées, puis calculées par les théories de M. Sarrau et de Fresnel.

	λ.	O.	S.	S − O.	S − F.
Spectre infra-rouge	μ 1,98....	1,5854.	1,5855.	+0,0001.	+0,0006.
	1,54....	1,5908.	1,5909.	+0,0001.	+0,0003.
Spectre visible	A......	1,60299	1,60298	−0,00001	+0,00007
	D......	1,60990	1,60990	0,00000	+0,00005
	H......	1,63051	1,63051	0,00000	+0,00002

» Les nombres observés sont d'accord avec le système de M. Sarrau; on trouvera peut-être que les différences entre ces nombres et ceux qu'on déduit de l'hypothèse de Fresnel sont bien faibles. Néanmoins elles ne sont pas illusoires, comme on peut s'en convaincre par les discussions numériques qui figurent dans ma Thèse.

» 5. Conclusions. — 1° L'expérience montre que les lois de la double réfraction ne sont pas altérées par la dispersion.

» 2° Le calcul montre que le système de M. Sarrau jouit de cette propriété que les termes de dispersion de Briot n'introduisent aucune perturbation aux lois de la double réfraction monochromatique et il est, des systèmes proposés, le seul à jouir de cette propriété.

» 3° Resterait à prouver analytiquement qu'il en est de même des autres termes de dispersion. Cette difficulté, non abordée jusqu'ici, ne paraît pas insoluble. »

(¹) On appelle *rayon lumineux* la droite qui joint le centre de la surface des ondes au point de contact de cette surface avec un plan tangent parallèle à l'onde plane considérée.

CHIMIE. — *Sur la solubilité du bitartrate de potassium.* Note de M. CH. BLAREZ.

« Le bitartrate de potassium nous a servi à faire, depuis très longtemps, des expériences variées, concernant sa solubilité dans différents milieux : eau pure, solutions salines, solutions acides, mélanges hydroalcooliques, etc. Ce travail comporte un nombre considérable d'expériences méticuleuses; il n'est point encore terminé. Toutefois, nous croyons ne pas devoir ajourner plus longtemps la publication d'un certain nombre de résultats obtenus. Nous allons donner aujourd'hui, d'une façon très sommaire, les formules par lesquelles nous représentons quelques-uns de ces phénomènes de solubilité.

» I. *Solubilité de la crème de tartre dans l'eau pure.* — Nous avons eu occasion, au cours de nos recherches, de vérifier les nombres donnés par les auteurs. Nous avons seulement trouvé quelques différences, aux températures voisines de 100°.

» La solubilité de la crème de tartre dans l'eau, qui est fonction de la température θ, peut être calculée par la formule suivante, indiquant la quantité de substance Q dissoute dans 100gr de solution

$$Q_\theta = 0{,}351 + 0{,}00151\,\theta + 0{,}00055\,\theta^2.$$

» On peut aussi avoir des résultats suffisamment exacts pour la pratique, en remplaçant cette formule par la suivante, plus simple,

$$Q_\theta = 0{,}369 + 0{,}000569\,\theta^2.$$

» II. *Solubilité de la crème de tartre dans les solutions de chlorure de potassium.* — La diminution de solubilité de la crème de tartre, occasionnée par la présence du chlorure de potassium, est un fait connu et utilisé. En étudiant complètement ce phénomène, nous avons observé que la quantité de tartre dissoute est fonction de la température et de la quantité de chlorure de potassium; mais que le phénomène n'est pas continu.

» *a.* Si l'on ajoute de très faibles quantités du sel de potassium, on observe, au début, qu'une partie équivalente en poids de bitartrate potassique s'insolubilise; de telle sorte que l'on peut représenter ce phénomène par la formule suivante, résultats rapportés à 100 parties :

$$Q_\theta = (0{,}369 + 0{,}000569\,\theta^2) - \text{chlorure de potassium}.$$

» Cette formule ne vérifie pas longtemps l'expérience; elle a à peu près pour limite l'égalité des quantités entre le poids de la crème de tartre dissoute et celui du chlorure de potassium mis en présence.

» *b*. Si la quantité de chlorure de potassium est supérieure à celle du tartre que pourrait dissoudre l'eau pure à même température, la loi de solubilité, chose curieuse, peut être représentée par une formule qui, tout en étant directement fonction de la température, est en raison inverse de la racine carrée du poids du potassium contenu dans le chlorure ajouté

$$Q_\theta = \frac{0,0489 + 0,0000052 16\theta^3}{\sqrt{K}}.$$

. . . .

» Nous avons constaté que la crème de tartre est complètement insoluble, à la température ordinaire, dans un mélange formé de :

	Parties.
Alcool à 90°	100
Eau	900
Sulfate neutre de potassium	4
Acide tartrique	2

tandis que ce sel se dissout, si l'on remplace tout ou partie du sulfate neutre par du sulfate acide. Nous nous servirons ultérieurement de ce fait et d'autres de même ordre, pour établir synthétiquement quelle doit être la constitution des vins plâtrés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de la fécule en dextrine par le ferment butyrique*. Note de M. **A. Villiers**.

« Ayant entrepris l'étude de l'action des ferments figurés sur les hydrates de carbone, dans des conditions diverses, je donnerai ici les premiers résultats relatifs à l'action du *ferment butyrique* (*Bacillus amylobacter*) sur la fécule de pomme de terre.

» Il est facile de transformer la matière amylacée en dextrine sous l'action de ce ferment.

» Dans de grands flacons, on introduit de la fécule de pomme de terre et de l'eau non distillée, dans la proportion de 50^{gr} de fécule pour 1^{lit} d'eau, la fécule étant préalablement délayée avec soin. Cette dernière est ensuite transformée en empois, par un

jet de vapeur d'eau que l'on dirige dans le fond des flacons, en les agitant constamment, jusqu'à ce que la température se soit élevée à 100°. Les flacons doivent être à peu près remplis, après la condensation de la vapeur, de manière qu'il ne reste qu'un petit volume d'air sur la surface du liquide.

» On ensemence alors l'empois formé, avec quelques centimètres cubes d'une culture de *Bacillus amylobacter*. On bouche les flacons avec un tampon d'ouate stérilisée, et on les maintient pendant quelques jours dans une étuve réglée vers 40°. Dans ces conditions, les spores du ferment butyrique qui, ainsi que l'a montré M. Van Tieghem, résistent facilement à la température de 100°, se développent rapidement, et l'on évite plus sûrement, en ensemençant l'empois à 100°, le développement de germes étrangers. Cet ensemencement devient, du reste, bientôt inutile dans un laboratoire où l'on a depuis quelque temps desséché et pulvérisé les produits de la fermentation, par suite de la diffusion des spores du bacille dans l'air.

» Au bout de vingt-quatre heures, l'empois est en général liquéfié; on laisse la fermentation se continuer jusqu'à ce que l'on constate que le liquide ne donne plus de coloration bleue ni violette par l'eau iodée; ce résultat est atteint plus ou moins vite, après deux à quatre jours, quelquefois seulement au bout de plusieurs jours, ce qui tient à l'existence de grumeaux formés dans l'empois, difficilement attaquables. Il faut donc chercher, autant que possible, à faire un empois homogène.

» Le bacille se présente, au début, sous la forme de bâtonnets rectilignes, très mobiles. A la fin de la fermentation, il s'est transformé en bâtonnets épaissis uniformément à leur extrémité, en forme caractéristique de têtard : ils sont alors complètement immobiles. A partir de ce moment, les produits de la fermentation ne sont plus modifiés.

» De petites bulles gazeuses se dégagent pendant cette transformation de la fécule; mais la quantité de gaz dégagé est si faible, qu'il est impossible d'en recueillir.

» Le liquide ainsi obtenu est très légèrement acide et présente nettement l'odeur de l'acide butyrique, mais ne renferme qu'une quantité insignifiante de ce dernier (environ 0,3 parties pour 100 de fécule).

» Outre certains corps qui se forment aussi en très petite quantité, et sur lesquels je reviendrai prochainement, les produits principaux de la fermentation sont constitués par des dextrines, non attaquables par le *Bacillus amylobacter*, du moins en présence des autres produits qui sont formés simultanément.

» On les obtient en précipitant par l'alcool les liquides filtrés et évaporés; on les purifie par de nouveaux traitements à l'alcool. Les dextrines ainsi précipitées, ajoutées à celles qui restent dissoutes dans l'alcool, représentent la majeure partie de la fécule employée.

» Desséchées, elles se présentent sous la forme d'une masse parfaitement blanche, légère, friable, très avide d'eau qui s'y combine avec dégagement de chaleur, d'une

saveur un peu sucrée, et qui est constituée par un mélange de dextrines différentes, ainsi que le montre la variation des pouvoirs rotatoires correspondant aux produits d'opérations différentes, ou même de précipitations fractionnées des dextrines provenant d'une seule opération; ces pouvoirs ont varié de $+156^{\circ}$ à $+207^{\circ},5$.

» Elles se transforment très difficilement en glucose sous l'action de l'eau et des acides. La transformation sous l'action de l'eau ne paraît pas se produire à froid; elle est très lente à 100°, et à peine commencée au bout de quarante-huit heures. Sous l'action de l'acide sulfurique étendu, elle exige environ une journée à 100°.

» L'iode colore en rouge les dextrines dont le pouvoir rotatoire est le plus élevé; l'intensité de la coloration diminue en même temps que le pouvoir rotatoire; celles pour lesquelles il est le moins élevé ne sont plus colorées par l'iode.

» Elles réduisent la liqueur cupropotassique, et leur pouvoir réducteur est d'autant plus grand que leur pouvoir rotatoire est plus faible, ainsi qu'on peut en juger d'après les résultats suivants, qui représentent les poids de glucose qui réduiraient le même volume de réactif que 100 parties de dextrine.

Pouvoir rotatoire.	Pouvoir réducteur.
156°	28,9
175,4	11,3
207,5	5,0

» De nouvelles recherches sont nécessaires pour décider si ces dextrines sont identiques ou non à celles obtenues par l'action des acides, ou sous l'influence de la diastase. Mais, quoi qu'il en soit, leur production, en l'absence complète de maltose et de glucose, est digne de remarque, au point de vue de l'étude de la constitution de la matière amylacée. D'autre part, cette absence de glucose et de maltose semble montrer que le ferment butyrique détermine la transformation de la fécule en dextrine directement, et non par l'intermédiaire d'une diastase sécrétée par ce ferment organisé, diastase qui devrait, d'après les analogies connues, déterminer la saccharification d'une quantité plus ou moins grande de dextrine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les butylamines normales*. Note de M. **A. Berg**, présentée par M. Friedel.

« Les butylamines normales ont été préparées pour la première fois par Lieben et Rossi, par la méthode de Wurtz, au moyen du cyanate. Cette méthode leur a fourni surtout la base primaire et accessoirement une petite quantité des bases secondaire et tertiaire.

» J'ai appliqué à leur préparation la méthode d'Hofmann, en faisant agir, sur le chlorure de butyle normal, l'ammoniaque en solution hydro-alcoolique.

» 1 molécule de cet éther a été additionnée de 1 molécule d'ammoniaque en solution aqueuse saturée, puis d'une quantité d'alcool suffisante pour tout dissoudre. Le mélange a été chauffé en matras scellés à 120° pendant environ dix heures.

» Le contenu des matras est alors filtré pour séparer une certaine quantité de chlorhydrate d'ammoniaque qui s'est déposé, saturé par un peu d'acide chlorhydrique et distillé. Il passe de l'alcool ne contenant qu'une très faible quantité de chlorure de butyle. L'action est donc complète.

» Le résidu de la distillation étant fortement concentré abandonne un sel facile à purifier par cristallisation et que l'analyse indique être le chlorhydrate de la base secondaire.

» Les eaux mères de ce sel sont traitées par la soude étendue qui en sépare une petite couche de bases insolubles constituée par de la base secondaire mêlée d'un peu de base tertiaire.

» Après séparation de la partie insoluble, on distille la solution sodique et on obtient ainsi la base primaire à peu près pure, en dissolution étendue. La base quaternaire fait complètement défaut.

» Les rapports dans lesquels se produisent ces différentes bases sont sensiblement : 4 parties de base primaire, 7 parties de base secondaire et 1 partie de base tertiaire. Ce procédé permet donc de préparer facilement les deux premières.

» Afin d'obtenir la base primaire pure, sa solution aqueuse étendue a été traitée par l'oxalate d'éthyle employé dans les proportions voulues pour donner l'oxamide. Il s'est formé un précipité volumineux de dibutyloxamide normale.

» Ce corps est extrêmement peu soluble dans l'eau même bouillante. Il se dissout bien dans l'alcool chaud, d'où il se dépose par refroidissement en aiguilles soyeuses.

» L'eau mère d'où s'est précipité l'oxamide étant fortement concentrée et abandonnée à l'évaporation donne des cristaux ressemblant à la dibutyloxamide et que l'analyse indique comme étant du butyloxamate de butylamine. Ce corps redissous dans l'eau et traité par le chlorure de calcium donne un précipité peu soluble à froid, mais soluble à chaud et qui cristallise par refroidissement en très fines aiguilles cotonneuses. C'est du butyloxamate de chaux hydraté.

» Enfin les dernières eaux mères du traitement par l'éther oxalique laissent déposer, en dernier lieu, de l'oxalate neutre de butylamine.

» Ainsi, il est à remarquer que, dans l'action de l'oxalate d'éthyle sur la solution étendue de la base primaire, on obtient l'oxamide correspondante et ses deux produits d'hydratation, le butyloxamate de butylamine et l'oxalate neutre de butylamine. J'ai signalé le même fait dans l'action de l'éther oxalique sur l'amylamine (1), et je viens de le vérifier pour la

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 606.

monoisobutylamine. Pour cette dernière base, lorsqu'on évapore les eaux mères de l'oxamide, c'est l'oxalate neutre qui cristallise le premier. Il est facile de mettre en évidence l'existence de l'isobutyloxamate d'isobutylamine, en traitant la liqueur par le chlorure de calcium. Il se forme un précipité formé d'un mélange d'oxalate et d'isobutyloxamate de calcium. En faisant bouillir avec de l'eau, on sépare le second sel qui cristallise par refroidissement.

» La production de ces trois termes dans l'action de l'éther oxalique paraît être générale.

» J'ai obtenu quelques sels de la base secondaire, qui n'ont pas été préparés à ma connaissance.

» Le chlorhydrate assez soluble dans l'eau cristallise en belles écailles.

» Le chloraurate est en belles aiguilles jaunes d'or très fines et pouvant atteindre plusieurs centimètres. Il est peu soluble dans l'eau froide. Sec, il fond vers 170° en une huile rougeâtre. Dans l'eau, il fond avant 100°.

» Le chlorostannate très soluble se dépose de sa solution concentrée bouillante sous la forme d'une huile incolore qui se solidifie par refroidissement. Par évaporation lente, il cristallise en longues aiguilles groupées en pinceaux.

» L'oxalate acide ressemble au chlorhydrate et n'est pas très soluble dans l'eau. Il est cependant beaucoup plus soluble que celui de diisobutylamine.

» Je continue l'étude de ces bases, ainsi que des bases dérivées des alcools butyliques secondaire et tertiaire [1]. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Détermination rationnelle des pièces sternales chez les animaux vertébrés.* Note de M. LAVOCAT.

« Malgré les formes si variées du sternum dans la série des animaux vertébrés, les éléments constitutifs de cet appareil peuvent être distingués et caractérisés par leurs connexions avec les arcs qu'ils supportent. En thèse générale, le sternum cartilagineux ou osseux des Vertébrés est formé de deux parties différentes par destination : le *présternum*, donnant appui

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Marseille.

aux coracoïdes, ainsi qu'aux clavicules; et le *sternum costal*, qui porte les arcs viscéraux du thorax et, par extension, ceux de l'abdomen.

» Le *présternum*, de forme et de dimensions variables, est toujours médian. Ordinairement fixé en avant du sternum costal, il est situé au-dessous chez les Poissons, et enclavé entre les pièces sternales antérieures dans les Tortues. Il donne appui, en avant, aux coracoïdes et, sur les côtés, aux clavicules, chez les Batraciens, les Lézards, les Tortues, les Oiseaux et les Monotrêmes. Simplement claviculaire dans les Poissons, les Crocodiles et les Mammifères claviculés, il disparaît chez les Mammifères peu ou point claviculés.

» Le *sternum costal*, cartilagineux, non segmenté et thoraco-ventral, est large dans les Lézards et très allongé dans les Crocodiles. Osseux et plus ou moins divisé en larges plaques latérales, il est encore thoraco-ventral dans les Tortues et les Oiseaux. Il est exclusivement thoracique et formé de pièces médianes, en série longitudinale, chez les Poissons et les Mammifères. Chez les Poissons, le sternum costal est constitué par les pièces basi-branchiales, qui donnent appui aux arcs branchiaux représentant les côtes thoraciques, restées sous le crâne par persistance de l'état embryonnaire.

» Il n'y a ni côtes, ni sternum costal chez les Batraciens. Le sternum manque chez les Ophidiens, dont les côtes sont nombreuses. Les côtes ventrales n'ont pas de sternum chez les Poissons. La ligne blanche qui, chez les Mammifères, représente le sternum ventral, ne porte pas de côtes.

» Cette construction du sternum en deux sections donne à chacune d'elles une signification positive, que n'ont pas les termes généralement usités d'*épisternum* et d'*hyposternum*, de *mésosternum* et de *pleurosternum*, etc., qui indiquent seulement la position relative des diverses parties de l'appareil sternal. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure du pancréas et pancréas intra-hépatique chez les Poissons*. Note de M. E. Laguesse, présentée par M. Ranvier.

« On a considéré pendant longtemps, et la majorité des auteurs considèrent encore aujourd'hui les Poissons osseux comme privés d'un véritable pancréas (quelques genres exceptés). Legouis pourtant, en 1873 (*An-*

nales des Sciences naturelles), a montré d'après des dissections l'existence d'un pancréas diffus répandu en fines traînées dans toute la cavité abdominale chez la généralité des Téléostéens, mais il a négligé d'en donner une description histologique suffisante, seule capable d'imposer la conviction pour un organe qui échappe presque complètement à l'observation macroscopique.

» Dans une Note à la Société de Biologie (24 mai 1889), j'ai apporté la preuve embryologique de son existence, en suivant son développement chez la Truite.

» Depuis, j'ai eu l'occasion de constater la présence de ce pancréas chez tous les animaux où je l'ai cherché. J'ai pu ainsi l'observer chez un certain nombre de genres étudiés par Legouis (en outre chez les Crénilabres, les Scorpènes, les Blennies, les Syngnathes), et commencer son étude histologique. Partout on retrouve la cellule pancréatique typique, caractérisée par un amas localisé de gouttelettes de matière zymogène. Le pancréas se présente comme une *glande formée de longs tubes ramifiés et anastomosés* entre eux, offre par conséquent des caractères différents de ceux des glandes salivaires auxquelles on l'a souvent comparé. Cette structure est très facile à constater chez le Gobie et le Cycloptère notamment, où les tubes sont répandus en un élégant réseau à la surface du mésentère. Il suffit pour cela de tendre ce mésentère, et de le fixer sur l'animal vivant par aspersion, à l'aide d'une pipette, d'acide osmique au centième. L'acide picrique donne aussi d'assez bons résultats.

» J'insisterai sur une particularité signalée également par Legouis chez la Carpe, c'est la pénétration du pancréas à travers le foie, pénétration que j'ai observée sur le Crénilabre, le Labre, le Gobie, le Syngnathe.

» Le pancréas intra-hépatique du Crénilabre (*Crenilabrus melops*), très abondant à Concarneau, est particulièrement intéressant. Chez ce Poisson, non seulement il n'y a pas d'estomac, mais encore, comme l'a montré Pilliet chez le Labre, genre voisin (*Bull. de la Soc. de Zool. de France*, t. X; 1885), il n'y a pas trace de glandes gastriques : anatomiquement et histologiquement l'intestin commence immédiatement en arrière des dents pharyngiennes. C'est là que débouchent côte à côte les canaux cholédoque et pancréatique; le suc pancréatique et la bile sont les seuls liquides digestifs. Aussi le pancréas est-il très développé dans toute la cavité abdominale. Mais, en outre, chaque branche de la veine porte pénétrant dans le foie s'entoure d'une gaîne de tissu pancréatique qui la suit, elle et ses ramifications, jusque vers le point où elle se résout en capillaires (rameaux

de 18μ à 20μ). Comme beaucoup de ces branches traversent le foie de part en part et viennent ramper sur sa face convexe avant de se capillariser, leur gaine de pancréas, faisant corps avec elles, les suit jusque sur cette face convexe. Elles traversent de véritables tunnels rameux creusés dans la substance hépatique, sans qu'il y ait nulle part contact entre celle-ci et le pancréas.

» Les imprégnations d'argent montrent en effet la présence du revêtement endothélial péritonéal à la surface du tunnel hépatique d'une part, et de l'autre à la surface de la branche contenue; sur les coupes existe toujours un espace vide entre les deux; sur l'animal frais, après une fixation superficielle, on isole très aisément des troncs veineux ramifiés revêtus de leur gaine. Le pancréas forme manchon autour de chaque veine; la paroi interne du manchon est représentée par la mince paroi conjonctive de la veine, l'externe par une membrane conjonctive amorphe excessivement mince, parcourue par un réseau lâche de fines fibres; les deux sont reliées par quelques tractus de même constitution. Entre elles se répandent sur une seule couche, tortueux, serrés, les tubes pancréatiques anastomosés. Les vides qu'ils laissent sont occupés par des capillaires sanguins et de larges espaces lymphatiques irréguliers, paraissant dépourvus de paroi propre et bourrés de leucocytes granuleux; les tubes glandulaires baignent pour ainsi dire dans la lymphe. En coupe transversale (20 à 25μ de diamètre), ils montrent une très fine lumière entourée de cellules, à zone interne remplie de gouttelettes, à zone externe renfermant le noyau arrondi uninucléolé, et formée d'un cytoplasme presque homogène ayant une grande affinité pour les colorants. Dans la lumière centrale on trouve quelques noyaux entourés d'un petit corps protoplasmique généralement irrégulier. Dans chaque gaine intra-hépatique pénètrent à la base une artériole et un fin canal pancréatique excréteur (canal de Weber), qui s'y ramifient.

» Les tissus des deux glandes n'étant pas au contact, leur pénétration ne paraît pas avoir d'importance fonctionnelle; il n'en est vraisemblablement pas de même du rapport intime du pancréas avec les branches de la veine porte et surtout avec les lymphatiques ([1]). »

([1]) Travail du laboratoire maritime de M. le professeur Pouchet, à Concarneau.

ANATOMIE ANIMALE. — *Anatomie du* Cerianthus membranaceus. Note de M. L. **Faurot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Des deux côtés de la loge correspondant au tentacule impair signalé par J. Haime (Mémoire sur le Cérianthe), les cloisons mésentéroïdes, ainsi que cela a été également figuré par cet auteur, vont graduellement en diminuant de longueur jusqu'au petit sillon œsophagien opposé; mais, en outre, par l'examen anatomique de Cérianthes non contractés, on reconnaît que ces mésentéroïdes sont de quatre grandeurs différentes, chacun d'eux se répétant régulièrement, dans le même ordre, de quatre en quatre, les uns à la suite des autres. Les mésentéroïdes constituent ainsi des groupes de quatre bien distincts, d'autant plus longs qu'ils sont plus rapprochés de la loge impaire.

» Les quatre premiers mésentéroïdes placés de chaque côté de cette loge, c'est-à-dire les huit premiers formés font exception à cette règle, en ce que leurs longueurs, bien que de quatre ordres différents, ne concordent pas rigoureusement avec celles des autres groupes. Cette disposition des cloisons mésentéroïdes n'a été rencontrée jusqu'à présent chez aucune autre espèce de Zoanthaire malacodermé.

» Ainsi se trouve confirmée l'analogie du Cérianthe membraneux avec les Coralliaires fossiles classés dans les Zoanthaires rugueux. Jules Haime, qui le premier avait reconnu cette analogie, l'avait (Mémoire cité) ainsi formulée : « C'est avec ces derniers (rugueux) qu'il est possible de trouver quelque ressemblance dans la disposition que montre ici l'appareil » radiaire, et cette ressemblance ne s'applique pas seulement au nombre » initial des parties, mais encore s'étend à leur symétrie et à leur *mode de* » *répétition*. »

» Il résulte de l'étude faite sur onze Cérianthes adultes que la naissance des mésentéroïdes se fait, ainsi que l'a indiqué M. C. Vogt, entre les deux loges les plus récentes, mais qu'ils n'apparaissent pas toujours régulièrement par deux, comme l'a observé cet auteur chez les *Arachnactis*. L'endroit précis de leur formation est au sommet de la loge dite « de multiplication », à la base des deux plus jeunes tentacules marginaux. Ils s'y produisent en nombre variable de 1 à 5. Les cloisons mésentéroïdes destinées à une des moitiés de l'animal sont souvent en plus grand nombre

que pour l'autre moitié : d'où de fréquentes irrégularités de nombre qui altèrent la symétrie bilatérale. Malgré cette irrégularité de développement, il est remarquable de voir que les deux côtés de l'animal conservent dans la disposition des mésentéroïdes par groupes de quatre une parfaite concordance.

» Le groupement par quatre, exceptionnel chez les Actinies adultes, a été déjà reconnu par M. Fischer sur les tentacules buccaux du Cérianthe membraneux ; il est très probable qu'une semblable disposition existe également pour les tentacules marginaux. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la différenciation du liber dans la racine.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

« Au commencement de 1888, en étudiant des racines d'*Hyacinthus* et d'*Allium Cepa* poussées dans des dilutions variées d'eau de mer [1], j'ai été frappé de retrouver plusieurs fois le fait suivant.

» Sur des coupes transversales, faites à des hauteurs différentes, à partir du sommet, on trouve un point où, pour l'*Allium Cepa*, par exemple, la différenciation des tissus ne fait que commencer. La place que les faisceaux ligneux devront occuper est nettement marquée par des files de grandes cellules, à membranes très minces, et non sculptées à ce moment.

» Contre le péricycle actuel, le liber est, dans chaque faisceau, déjà représenté par une cellule à paroi fortement épaissie et très brillante, qu'on pourrait d'abord prendre pour un premier vaisseau du bois en train de se différencier; mais l'erreur est rendue impossible par les files radiales de grandes cellules. Le bois n'apparaît que plus tard.

» Depuis, j'ai eu l'occasion de retrouver ce même fait et j'ai cherché, sans résultat, à savoir si on l'avait déjà signalé.

» Je me suis demandé si les deux plantes étudiées présentaient seules cette particularité intéressant à la fois l'Anatomie et la Physiologie. J'ai passé en revue les racines que j'avais à ma disposition et j'ai constaté le

---

(1) Dans un Mémoire lu le 11 août 1890 au Congrès de Limoges (Association française pour l'avancement des Sciences), j'ai indiqué les quelques résultats qui m'ont paru intéressants dans ces recherches sur la racine soumise à l'action de l'eau de mer diluée.

même phénomène dans seize espèces, au moins, prises dans divers groupes de plantes vasculaires.

» Étudions, par exemple, l'*Anthurium Andreanum* (Aroïdées). Des séries de coupes transversales, à partir du sommet, montrent d'abord, dans la racine, un cylindre central sans différenciation, puis apparaissent une ou deux cellules par faisceau (type 8). Sur des coupes blanchies à l'eau de Javelle, ces cellules se distinguent : 1° par leur aspect brillant, nacré; 2° par l'épaisseur relativement forte de leur paroi; 3° par la coloration bleuâtre assez accentuée que prend cette paroi sous l'action du chlorure de calcium iodé, coloration qui fait admirablement ressortir ces cellules sur le reste du cylindre central. Ces trois caractères se continuent jusqu'à l'apparition des premiers vaisseaux du bois et se poursuivent au delà.

» Dans l'*Odontoglossum citrosmum*, j'ai retrouvé la même marche dans la différenciation. Il faut dire que chaque espèce présente des groupements de tissus plus ou moins caractéristiques, que nous n'avons pas à considérer dans cette vue d'ensemble. Mais ici, ce qui m'a encore paru digne de remarque, c'est que chaque faisceau libérien, disposé en massif, se montre avec un égal développement aussi bien lors de l'apparition des premiers vaisseaux du bois que, plus haut, quand les faisceaux ligneux sont complètement formés et que la moelle est entièrement lignifiée. Il y a là une signification physiologique qui pourra être développée ultérieurement.

» En comparant les coupes transversales et les coupes longitudinales radiales, la marche de la différenciation est encore mieux rendue. Prenons l'*Athyrium Filix-femina*. En coupe transversale, chacun des deux arcs du liber peut présenter de dix à vingt cellules possédant les trois caractères signalés avant que le bois soit représenté par un seul vaisseau. En coupe longitudinale perpendiculaire à la bande diamétrale ligneuse, on peut suivre ces cellules libériennes et même voir, sur la longueur, des inégalités d'épaississement que cet examen rapide ne me permet pas d'étudier plus attentivement; la différenciation se reconnaît jusqu'à une faible distance du sommet. Il faut remarquer que la distinction que je cherche à établir entre le bois et le liber ne porte que sur la paroi cellulaire qui se caractérise plus ou moins vite. Cette remarque a sa raison dans ce que les grandes cellules de la bande ligneuse diamétrale peuvent être suivies, grâce à leurs dimensions, jusqu'à la cellule initiale du sommet végétatif.

» En résumé, j'ai trouvé que le liber différencie plus tôt que le bois la paroi de ses cellules dans la racine de :

Fougères :
Athyrium Filix-femina,
Polypodium vulgare,
Polystichum Filix-mas,
Asplenium laxum,
Adiantum sp.,
Nephrodium molle,
Pteris cretica,
Aspidium aculeatum;

Gymnospermes :
Thuia orientalis;

Monocotylédones :
Hyacinthus sp.,
Allium Cepa,
Odontoglossum citrosmum,
Cattleya Eldorado,
Anthurium Andreanum;

Dicotylédones :
Faba,
Cucurbita Pepo.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'argent natif et la dioptase du Congo français.* Note de M. ÉDOUARD JANNETTAZ, présentée par M. Des Cloizeaux.

« M. Thollon a rapporté d'un premier voyage au Congo français une collection d'échantillons minéralogiques très intéressants. On y remarque surtout un assez grand nombre de blocs cristallins, en général roulés, composés : les uns, de dioptase d'un beau vert émeraude, associée à du quartz incolore et à de la chrysocole verte ou d'un bleu clair; les autres, de dioptase, également d'un vert émeraude, engagée dans du calcaire.

» Dans les premiers, la dioptase et le quartz qui lui sert de gangue sont en cristaux plus ou moins enchevêtrés les uns dans les autres, montrant çà et là pourtant quelques pointements; les formes y sont les formes ordinaires, c'est-à-dire un prisme hexagonal à sommet rhomboédrique ($p\,d^1$) pour la dioptase [1]; celle d'un prisme hexagonal terminé par une pyramide de même section $\left(e^2 p\, e^{\frac{1}{2}}\right)$ pour le quartz.

» La chrysocole est compacte; le calcaire, en masses cristallines, à larges clivages, est mêlé souvent à de la malachite fibreuse qui compose entièrement l'un des échantillons.

» Un des cristaux de dioptase, taillé perpendiculairement à son axe de

---

(1) M. Des Cloizeaux a cité dans son *Manuel de Minéralogie* (t. I, p. 121) des cristaux analogues, que l'on apportait du Gabon au Havre.

figure, montre les anneaux colorés circulaires traversés par une croix noire de signe *positif*, comme ceux de l'Oural.

» Les échantillons où la dioptase a pour gangue le quartz proviennent du ruisseau de la mine Comba; ceux où elle a pour gangues des carbonates ont été recueillis par M. Thollon auprès de la mine de cuivre de Mindouli, à 2 lieues environ à l'est de Comba, entre Bouanza (ancien Philippeville) et Brazzaville.

» Dans l'un de ces derniers, où le calcaire est cristallisé en rhomboèdres primitifs (p) très nets, on observe, en plusieurs places, quelques grains d'argent natif, parmi lesquels un groupe de plusieurs octaèdres à faces très nettes, empilés les uns sur les autres le long d'un axe quaternaire.

» C'est, croyons-nous, la première fois que de l'argent natif est cité au centre de l'Afrique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la répartition du sel marin suivant les altitudes.* Note de M. **A. Muntz**, présentée par M. Duclaux.

« Le sel marin paraît jouer dans l'organisme animal un rôle important; il intervient surtout dans les phénomènes de la digestion, par l'acide chlorhydrique qui se trouve à l'état libre ou faiblement combiné dans le suc gastrique. Les aliments apportent avec eux une certaine quantité de sel; mais l'homme et les animaux domestiques en absorbent encore en nature des quantités notables. Les herbivores en sont particulièrement friands et paraissent bien se trouver de celui qu'on leur donne en plus de ce qui existe dans les fourrages. C'est une pratique recommandable d'en donner à l'étable. Les animaux de la ferme mangent le sel et les aliments salés avec un plaisir visible; mais ils sont loin d'y mettre l'avidité qu'on constate chez ceux des pâturages alpestres. Là, la distribution du sel devient une nécessité; les bergers de la montagne en donnent régulièrement à leurs troupeaux, qui souffrent quand ils en sont privés et qu'on a l'habitude de rassembler et de conduire d'un lieu à un autre en mettant à profit leur goût pour le sel. Aussi les bergers portent-ils toujours un sachet qui en est rempli.

» C'est une croyance très répandue, que les animaux des pâturages alpestres *sentent* le sel et suivent les personnes qui en ont dans leur poche. Pour vérifier si, en réalité, ils le perçoivent par l'odorat, j'ai présenté à

des moutons paissant sur les flancs du Pic du Midi, entre 2300^m et 2700^m d'altitude, des cornets en papier fermés, remplis les uns de terre, les autres de sel gris. Tous les moutons sont restés indifférents devant les cornets de terre; neuf sur quatorze se sont jetés sur les cornets de sel, les ont déchirés et en ont dévoré le contenu. Il semble donc qu'un grand nombre de ces animaux aient la faculté de sentir le sel par l'odorat.

» En examinant les conditions de milieu dans lesquelles vivent ces animaux, j'ai été amené à rechercher si les fourrages qu'ils consomment et les eaux qu'ils boivent contiennent une quantité de sel insuffisante pour les besoins de l'organisme, ce qui expliquerait leur avidité pour ce produit.

» Le sel est apporté aux continents par les mers; les poussières d'eau marine, emportées par les vents, flottent dans l'atmosphère; on en constate la présence non seulement sur le littoral, mais aussi dans l'intérieur des continents. Les pluies qui tombent ramènent ces poussières au sol et sont la véritable source à laquelle les plantes empruntent les chlorures qu'elles renferment. Si les eaux météoriques n'apportaient pas de sel, ce dernier disparaîtrait rapidement du sol avec les eaux de drainage, et les plantes en seraient dépourvues.

» La proportion de chlore dans l'eau de pluie, très élevée au voisinage de la mer, diminue à mesure qu'on s'en éloigne, mais elle reste plus que suffisante pour fournir aux récoltes le sel marin qu'elles renferment.

» Les poussières salines sont-elles uniformément répandues dans l'atmosphère, ou sont-elles concentrées dans les parties basses, en vertu de leur pesanteur, comme les corpuscules organisés, les poussières de nitrate d'ammoniaque, etc., et, par suite, les eaux qui tombent aux grandes altitudes, traversant un air moins chargé de ces particules, sont-elles aussi plus pauvres en chlorure?

» Les chiffres ci-dessous répondent à cette question :

		Chlorure de sodium par litre.
		mgr
Pluies des hautes montagnes :	Pic du Midi (alt. 2877^m) (moy.).....	0,34
Pluies des régions basses...	Bergerac (moy.).....................	2,50
	Joinville-le-Pont (moy.)............	7,60

» Les pluies recueillies à une grande altitude sont donc extrêmement pauvres en chlorure de sodium.

» Les eaux des torrents alpestres en sont, par suite, presque entièrement dépourvues :

	Chlorure de sodium par litre.
	mgr
Eaux de divers torrents des Pyrénées (moyenne)	0,9

» Les eaux des rivières coulant dans les régions basses en contiennent des quantités beaucoup plus grandes.

» Les plantes qui vivent à une grande altitude n'ont donc à leur disposition que de faibles quantités de chlorures; voici quelques chiffres obtenus par la comparaison entre les mêmes espèces végétales prises, les unes sur la montagne, les autres dans la plaine, mais à une même distance de la mer et sous l'influence des mêmes vents dominants :

	Chlorure de sodium pour 100.	
	Montagne.	Vallée.
	gr	gr
Foin	0,254	1,017
Trèfle blanc	0,285	0,505
Thym	0,145	0,238
Paille de seigle	0,054	0,127

» Tous ces résultats montrent que le sel marin est rare sur les montagnes, et expliquent pourquoi il est nécessaire d'en donner aux animaux qui y vivent. Mais, malgré cette distribution de sel, on constate dans les liquides de leur organisme une moindre quantité de chlorure :

	Chlorure de sodium par litre.	
	Montagne.	Vallée.
	gr	gr
Lait de vaches (moyenne)	1,083	1,350
Sang de moutons (moyenne)	0,476	0,610
Sang de lapins (moyenne)	0,397	0,470

» L'utilité de l'apport de sel marin, dans les régions où celui-ci n'est pas apporté en abondance par les pluies, se trouve démontrée par les observations que je viens de résumer. »

M. Greg. Stefanesco, de Bukarest, dans une Note transmise à l'Académie par M. Daubrée, signale un manuscrit de la bibliothèque de l'Académie roumaine, où se trouve la relation d'une chute de météorites remontant à l'année 1774. Elle a eu lieu près de Tirgoviste, dans le Judetul Dimbovita, et a présenté les phénomènes habituels, judicieusement décrits par l'observateur anonyme.

« Un matin, avant le lever du soleil, quand le ciel était clair de toutes parts, il se montra tout à coup un petit nuage éclairé, duquel il commença d'abord à tonner, puis tout d'un coup il a *craqué*, et, comme de la pluie, une multitude de pierres en sont tombées et elles ont couvert une surface plus grande qu'une verste. Ces pierres étaient noirâtres, de dimensions variables, depuis la grosseur du poing et au-dessous, et de forme fragmentaire, comme si elles avaient été détachées d'un même bloc; les plus grosses se sont enfoncées dans la terre, les petites restèrent à la surface comme une grêle. Elles répandaient une odeur de boue croupie et légèrement sulfureuse. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 février 1891.

Congrès international de Mécanique appliquée tenu à Paris du 16 *au* 21 *septembre* 1889, *sous la présidence de M.* Phillips, *membre de l'Institut.* Paris, E. Bernard et Cie, 1890-1891; 4 vol. gr. in-8° et Atlas.

Cours d'Algèbre; par B. Niewenglowski. 2e édition. Paris, Armand Colin et Cie, 1891; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

Synthèse du rubis; par E. Fremy, 1877-1890. Paris, Vve Ch. Dunod, 1891; gr. in-4°.

Conférences faites au laboratoire de M. Friedel (1888-1889). Premier fascicule : *Conférences de* MM. Bouveault, Maquenne, Arnaud, Béhal, Saint-

Pierre, Fauconnier, Etard. — Second fascicule: *Conférences de* MM. Chabrié, Patein, Auger, Béhal, Combes. Paris, Georges Carré, 1891; gr. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Traité d'analyse chimique de R.-D. Silva, publié par M. R. Engel. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Études sur le terrain houiller de Commentry. Livre deuxième (fin) : *Flore fossile;* par M. B. Renault et M. R. Zeiller. Saint-Étienne, au siège de la Société de l'industrie minérale, 1890; in-8°.

Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente; par A. Chauveau, membre de l'Institut. Paris, Asselin et Houzeau, 1891; 1 vol. in-8°.

La folie à Paris. Étude statistique, clinique et médico-légale; par le Dr Paul Garnier. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; 1 vol. in-16. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

La fabrication de l'alcool de grains. Ses difficultés dans les pays chauds; par Jules Simian; br. in-8°. (Extrait de *l'Annuaire de la distillerie*, année 1891.)

American meteorological Journal, November 1889-January 1891; 14 br. gr. in-8°.

Publications of the Washburn observatory of the University of Wisconsin, vol. VII, Part I : *Meteorological observations*, 1887-88-89. Madison, Wis., 1890; br. in-4°.

The american Ephemeris and nautical Almanac for the year 1893. Washington, bureau of Equipment, 1890; 1 vol. in-4°.

Die electrischen Verbrauchsmesser, von Etienne de Fodor. Wien, A. Hartleben's Verlag, 1891; in-16.

ERRATA.

(Séance du 16 février 1891.)

Note de Mlle *D. Klumpke*, Observations de la comète Charlois :

Page 377, aux positions apparentes de la planète, les logarithmes de parallaxe (en ascension droite) doivent être précédés du signe +, *au lieu* du signe —.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MARS 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. C. **Wolf**, en présentant à l'Académie, au nom de la Société française de Physique et des éditeurs, MM. Gauthier-Villars, le deuxième Tome des « Mémoires sur le pendule » dont il a entrepris la publication, s'exprime comme il suit :

« Ce Volume est le cinquième de la collection des Mémoires relatifs à la Physique que publie la Société. Il contient les traductions de la fin du Mémoire de Bessel sur la longueur du pendule simple à Kœnigsberg; le très important travail du même auteur sur la force avec laquelle la Terre attire les corps de différente nature, Mémoire qui n'est guère connu que par l'extrait qu'en a donné Bessel dans les *Astronomische Nachrichten* (1), et

(1) L'édition des Mémoires de Bessel par Engelmann ne donne que cet extrait.

la Note de Bessel sur la construction du pendule symétri[illegible] proques, qui a été l'origine de l'appareil aujourd'hui universellement employé pour la mesure de l'intensité de la pesanteur. Les autres Mémoires sont relatifs à la question de la résistance du milieu, sur laquelle les belles expériences de M. le commandant Defforges viennent de donner des lumières inattendues. M. Wolf exprime l'espoir que les physiciens lui sauront quelque gré de leur avoir facilité la lecture du grand Mémoire de M. Stokes sur cette question, qui a pour la première fois défini d'une manière précise la cause du fait observé par Du Buat et par Bessel, et inauguré l'ère nouvelle des expériences modernes sur le pendule. »

ASTRONOMIE. — *Observations de petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris pendant le deuxième trimestre de l'année* 1890. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1890.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(2) Pallas.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mai 14......	11.40.43	15.11.19,32	— 1,04	64.16.56,3	— 1,6
20......	11.12.22	15. 6.33,01	— 0,97	63.54.28,7	— 1,5
21......	11. 7.40	15. 5.47,35	— 0,94	63.52. 1,6	— 1,9
22......	11. 3. 0	15. 5. 2,33	— 0,99	63.49.58,2	— 0,3
24......	10.53.40	15. 3.34,91	— 0,79	63.46.52,1	— 1,1
28......	10.35.12	15. 0.49,88	— 0,96	63.44.50,3	— 1,4
31......	10.21.31	14.58.56,19	— 1,18	63.46.49,0	— 0,4
Juin 3......	10. 8. 0	14.57.12,53	— 0,91	63.51.35,0	— 0,6
9......	9.41.28	14.54.15,81	— 0,82	64. 8.56,5	— 0,2
16......	9.11.27	14.51.45,80	— 0,91	64.40.56,6	— 1,0
19......	8.58.55	14.51. 1,23	— 0,73	64.58. 4,7	— 0,1
20......	8.54.47	14.50.48,79	— 0,90	65. 4.11,2	— 0,3
24......	8.38.28	14.50.13,35	— 0,55	65.30.31,2	+ 0,6
		(1) Cérès.			
Mai 21......	11.42.41	15.40.53,29	+ 1,39	102.47. 4,0	+ 8,4
22......	11.37.49	15.39.57,27	+ 1,30	102.47.44,0	+ 8,7
23......	11.32.57	15.39. 1,68	+ 1,33	102.48.28,7	+10,0
24......	11.28. 6	15.38. 6,43	+ 1,35	102.49.14,2	+ 8,4
28......	11. 8.47	15.34.30,09	+ 1,34	102.53. 1,2	+ 8,7
31......	10.54.24	15.31.54,29	+ 1,26	102.56.33,3	+ 8,5

Dates. 1890.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
	h m s	h m s	s	° ′	
Juin 3......	10.40. 8	15.29.25,74	+ 1,38	103. 0.44,3	+ 9,0
9......	10.12. 2	15.24.54,20	+ 1,32	103.11. 3,9	+ 8,6
19......	9.26.46	15.18.56,81	+ 1,37	103.34.30,1	+ 9,0
20......	9.22.22	15.18.28,18	+ 1,05	103.37.16,7	+ 8,8
24......	9. 5. 0	15.16.49,61	+ 1,22	103.49.11,5	+ 9,4
25......	9. 0.43	15.16.28,61	+ 1,23	103.52.19,5	+ 7,1
27......	8.52.13	15.15.50,79	+ 0,98	103.58.55,5	+ 8,9

(56) Mélété.

Mai 21......	12. 8.26	16. 6.43,27	— 5,99	99.34.48,4	—23,6
22......	12. 3.40	16. 5.53,04	— 5,86	»	»
23......	11.58.54	16. 5. 2,44	— 5,88	99.21.31,5	—22,1
24......	11.54. 9	»	»	99.15. 3,3	—22,2
28......	11.35. 2	16. 0.48,95	— 5,94	98.50.36,0	—19,6
Juin 9......	10.38.28	15.51.24,98	— 5,97	97.53.29,1	—18,7
10......	10.33.51	15.50.43,61	— 5,94	97.49.59,5	—19,3

(3) Junon.

Mai 21......	12.31.23	»	»	93.44.54,7	+ 1,8
22......	12.26.38	16.28.54,99	+ 4,41	93.41.30,2	+ 5,0
23......	12.21.53	16.28. 4,98	+ 4,13	93.38. 6,6	+ 2,3
24......	12.17. 7	16.27.15,01	+ 4,09	93.34.54,4	+ 4,2
28......	11.58. 3	16.23.54,11	+ 4,15	93.23. 8,0	+ 3,3
Juin 7......	11.10.29	16.15.38,19	+ 4,16	93. 2.38,0	+ 3,1
9......	11. 1. 2	16.14. 2,49	+ 3,93	93. 0. 9,3	+ 3,8
10......	10.56.19	16.13.15,70	+ 4,15	92.59. 6,9	+ 3,6
19......	10.14.22	16. 6.40,95	+ 4,04	92.56. 2,1	+ 2,6
20......	10. 9.47	16. 6. 0,86	+ 3,98	92.56.24,4	+ 3,7
24......	9.51.32	16. 3.29,89	+ 4,14	92.59.12,3	+ 5,4
25......	9.47. 1	16. 2.54,24	+ 3,87	93. 0.11,9	+ 3,5

» Les observations ont été faites par M. Callandreau.

» Les comparaisons de Pallas, Cérès et Junon se rapportent aux éphémérides du *Nautical Almanac;* celles de Mélété à l'éphéméride publiée dans le *Bulletin astronomique,* t. VII, p. 164. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réflexion métallique.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Je crois devoir expliquer en quelques mots pour quelles raisons, malgré les Notes récentes de M. Cornu et de M. Potier, je persiste dans mon scepticisme sur le caractère décisif de la remarquable expérience de M. Wiener. La question est maintenant circonscrite de la façon suivante : est-il certain que, sous l'incidence normale, tout plan réfléchissant soit un plan nodal? Dans le cas de la réflexion vitreuse, il est aisé de voir que, sur la surface réfléchissante, on a un nœud avec la théorie de Fresnel et un ventre avec celle de Neumann; mais M. Potier croit pouvoir démontrer que, dans le cas de la réflexion métallique, et particulièrement dans le cas des métaux dont le pouvoir réflecteur est très considérable, les deux théories seraient d'accord pour exiger la présence d'un nœud à la surface réfléchissante.

» L'expérience montre que, sous l'incidence normale, le pouvoir réflecteur de l'argent est très voisin de 1; nous ne nous écarterons donc pas beaucoup de la réalité, dit M. Potier, en lui attribuant un pouvoir réflecteur rigoureusement égal à 1. Cette sorte de passage à la limite serait légitime dans tout raisonnement où l'on n'appliquerait pas le principe de continuité, fondement commun des théories de Fresnel et de Neumann; mais il cesse de l'être dès que ce principe joue un rôle, parce que la limite d'une fonction continue peut très bien être une fonction discontinue; il en résulte que telle loi de réflexion, compatible avec le principe de continuité quand le pouvoir réflecteur est extrêmement voisin de 1, cesse de l'être quand ce pouvoir devient rigoureusement égal à 1.

» Il est donc nécessaire de faire le calcul complètement, et ce calcul complet m'a conduit à des résultats opposés à ceux de M. Potier. On ne s'en étonnera pas; car il serait singulier que la réflexion métallique, phénomène complexe et mal connu, nous permît de conclure là où la réflexion vitreuse, que nous connaissons beaucoup mieux, nous aurait laissés dans le doute.

» Bornons-nous au cas de l'incidence normale. L'équation du mouvement, réduite à ses termes principaux, s'écrit, dans la théorie de Fresnel,

$$a\frac{d^2\xi}{dt^2}+b\frac{d\xi}{dt}=\frac{d^2\xi}{dz^2} \tag{1}$$

et, dans celle de Neumann,

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = \frac{d}{dz}\left(\alpha\frac{d\xi}{dz} + \beta\frac{d^2\xi}{dz\,dt}\right). \tag{2}$$

a, b, α et β sont des fonctions de z constantes dans chacun des deux milieux, air et métal, et variant très rapidement dans la couche de passage qui les sépare.

» Nous pourrons écrire

$$\xi = \text{partie réelle de } \xi_0 e^{ipt},$$

p étant un nombre dépendant de la période et égal à $\frac{2\pi}{\tau}$ et ξ_0 une fonction imaginaire de z. Dans l'air, où l'on a $b = 0$ (ou $\beta = 0$ dans la théorie de Neumann), nous poserons

$$\lambda = p\sqrt{a} \quad \left(\text{ou} \quad \lambda = \frac{p}{\sqrt{\alpha}}\right).$$

Dans le métal, nous poserons

$$\mu = \sqrt{-ap^2 + bip} \quad \left(\text{ou} \quad \mu = \sqrt{\frac{-p^2}{\alpha + \beta ip}}\right)$$

en choisissant le signe du radical de façon que la partie réelle de μ soit négative.

» On aura, dans l'air,

$$\xi_0 = e^{-i\lambda z} + B\,e^{+i\lambda z} \tag{3}$$

et, dans le métal,

$$\xi_0 = C\,e^{\mu z}.$$

» Le premier terme du second membre de (3) correspond au rayon incident et le second au rayon réfléchi. Le nombre B est un nombre imaginaire dont le carré du module représente le pouvoir réflecteur et dont l'argument représente la différence de phase due à la réflexion.

» Le calcul montre que, dans la théorie de Fresnel,

$$\xi_0 \quad \text{et} \quad \frac{d\xi_0}{dz}$$

et, dans celle de Neumann,

$$\xi_0 \quad \text{et} \quad (\alpha + \beta ip)\frac{d\xi_0}{dz}$$

doivent être continus.

» On en déduit

$$B = \pm \frac{\mu + i\lambda}{i\lambda - \mu};$$

le signe + correspond à la théorie de Fresnel et le signe — à celle de Neumann.

» Les coefficients a, b, α, β étant positifs, le point B sera, dans l'un et l'autre cas, contenu à l'intérieur d'un segment limité par une droite et par un arc de cercle ayant pour extrémités communes les points ± 1 et se coupant à 45°.

» Pour que le pouvoir réflecteur devienne égal à 1, il faut que $|B| = 1$ et, par conséquent, que

$$B = \pm 1.$$

» On obtiendra ces deux points en faisant $\mu = 0$ ou $\mu = -\infty$; la première de ces deux hypothèses devant évidemment être rejetée, nous ferons $\mu = -\infty$. En effet, le cas $\mu = 0$ serait celui d'un milieu transparent dont l'indice de réfraction serait nul; le cas $\mu = -\infty$ serait celui d'un milieu absolument opaque.

» Or, si l'on fait $\mu = -\infty$, on trouve $B = -1$ dans la théorie de Fresnel (ce qui est conforme au résultat de M. Potier) et $B = 1$ dans celle de Neumann (ce qui donnerait une différence de phase égale à 0, c'est-à-dire un ventre).

» Dans la théorie de Neumann on a, dans l'air,

$$\xi_0 = e^{i\lambda z} + \frac{\mu + i\lambda}{\mu - i\lambda} e^{-i\lambda z}$$

et, dans le métal,

$$\xi_0 = \left(1 + \frac{\mu + i\lambda}{\mu - i\lambda}\right) e^{\mu z}.$$

» La fonction ξ_0 est donc continue, quelque grand que soit $-\mu$; mais si l'on fait $\mu = -\infty$, il vient, dans l'air,

$$\lim \xi_0 = 2 \cos \lambda z$$

et, dans le métal,

$$\lim \xi_0 = 0,$$

et la fonction $\lim \xi_0$ est discontinue; ce qui met en évidence le point faible du raisonnement de M. Potier.

» Quelle est maintenant la signification physique des équations (1) et (2).

» L'équation (1) correspond aux hypothèses suivantes :

» 1° La vibration est perpendiculaire au plan de polarisation ;

» 2° L'élasticité de l'éther est constante ;

» 3° L'absorption de la lumière par le métal est due à une résistance proportionnelle à la vitesse des molécules d'éther.

» L'équation (2) correspond aux hypothèses suivantes :

» 1° La vibration est parallèle au plan de polarisation ;

» 2° La densité de l'éther est constante ;

» 3° L'absorption de la lumière serait due à une résistance qui suivrait les mêmes lois que le frottement intérieur des liquides et qui dépendrait, par conséquent, non de la vitesse absolue des molécules d'éther (ou de leur vitesse relative par rapport aux molécules matérielles supposées sensiblement fixes), mais de la vitesse relative des molécules d'éther les unes par rapport aux autres.

» Cette hypothèse est plus compliquée que la précédente, et c'est là un argument des plus sérieux en faveur de la théorie de Fresnel, argument complètement indépendant d'ailleurs de l'expérience de M. Wiener. Mais il perd une partie de sa valeur si l'on réfléchit à ce qui suit :

» Les deux systèmes d'hypothèses que je viens d'énoncer rendent également compte des phénomènes de la réflexion métallique, même sous incidence oblique, *mais seulement pour une lumière homogène*. Si l'on veut expliquer la manière dont les constantes dépendent de la longueur d'onde, il faut recourir à des hypothèses beaucoup plus compliquées encore et l'on est moins frappé alors de la simplicité du système de Fresnel.

» Je termine en rappelant que mon scepticisme est tout relatif, ainsi que je l'ai expliqué dans ma première Note. Si je ne crois pas que la question puisse être tranchée avec la même netteté, par exemple, que celle de la transversalité des vibrations, si je considère comme trompeuses les espérances que l'expérience de M. Wiener avait pu faire concevoir à cet égard, j'estime qu'il peut y avoir des raisons qui tendent à faire pencher la balance dans un sens ou dans l'autre ; il est remarquable que toutes ces raisons concourent à faire adopter les vues de Fresnel.

» Je viens de donner moi-même, quelques lignes plus haut, un argument nouveau en faveur de la théorie de Fresnel ; la Note de M. Carvallo, que j'ai eu l'honneur de présenter lundi dernier à l'Académie, en contenait un autre. Mais le plus sérieux de tous reste celui qui est tiré du phénomène de l'aberration et de l'expérience célèbre de M. Fizeau. »

ZOOLOGIE. — *Sur un essai d'ostréiculture dans le vivier d'expérience du laboratoire de Roscoff.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« J'ai l'honneur de rappeler à l'Académie que, dans l'une de ses séances du mois de juin dernier (¹), je plaçais sous ses yeux de jeunes huîtres élevées dans le vivier de Zoologie expérimentale de Roscoff; que je faisais déjà remarquer alors combien l'accroissement du Mollusque avait été grand pendant l'espace de temps très court de deux mois, puisque les huîtres avaient été placées dans le vivier à l'état de naissain dans le mois d'avril (²) précédent; enfin, j'ajoutais que la Communication que j'avais l'honneur de faire avait pour but de prendre date et que plus tard j'apporterais les résultats définitifs, bons ou mauvais, de l'expérience.

» Ce sont ces résultats que je présente aujourd'hui.

» Le naissain placé en avril 1890 dans des caisses à parois de toile métallique a été surveillé et soigné avec la plus grande attention par le gardien dévoué de mon laboratoire, Charles Marty, et les résultats acquis sont fort remarquables.

» On sait que l'hiver est une période de l'année très dure à passer pour les huîtres élevées en parc, car les temps froids agissant pendant les marées basses peuvent causer une grande mortalité. Cette année, les gelées ont été exceptionnellement redoutables, même à Roscoff, qui jouit habituellement d'une température douce en hiver et où les Camélias et les *Mesembryantheum* vivent en pleine terre. Comme il y a eu de grands dégâts dans la culture maraîchère si remarquable du pays, il était nécessaire d'attendre la fin de la mauvaise saison pour présenter les résultats obtenus.

» Je mets sous les yeux de l'Académie des échantillons : 1° du naissain placé dans ce vivier en avril 1890; 2° des individus pris au mois de juin; 3° des individus pris en septembre dernier et enfin 4° des individus qui viennent d'arriver.

» Voici les grandeurs les plus considérables de chacun d'eux :

	cm
Naissain, avril 1890	1,5 à 2
Le même en juin 1890	5
Le même en septembre 1890	7,0 à 7,5
Le même en mars 1891	8

(¹) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1355, 26 juin 1890.
(²) *Ibid.*, t. CX, 24 avril 1890.

» Le naissain, en général, prend un premier et grand accroissement pendant la belle saison qui suit celle de sa naissance. Celui qui a été mis en expérience à Roscoff était né dans l'été de 1889 dans les parcs de M. Jardin, à Auray, et avait pris la taille de $1^{cm},5$ à $2^{cm},0$ pendant la fin de l'été et l'automne de 1889.

» La différence de la taille des huîtres ne frappe pas quand on en donne la mesure en indiquant simplement les plus grands diamètres, autant que lorsqu'on voit les échantillons ou les figures qui les représentent. Aussi m'a-t-il paru utile de donner ici quelques dessins calqués sur les contours des coquilles mêmes.

» Il est à peine besoin d'ajouter que les plus belles tailles ont été choisies, afin de montrer le *summum* d'accroissement acquis depuis le commencement de l'expérience.

» En voyant ces dessins, on peut affirmer qu'en moins d'une année le naissain élevé dans le vivier de Roscoff a acquis la *taille marchande*.

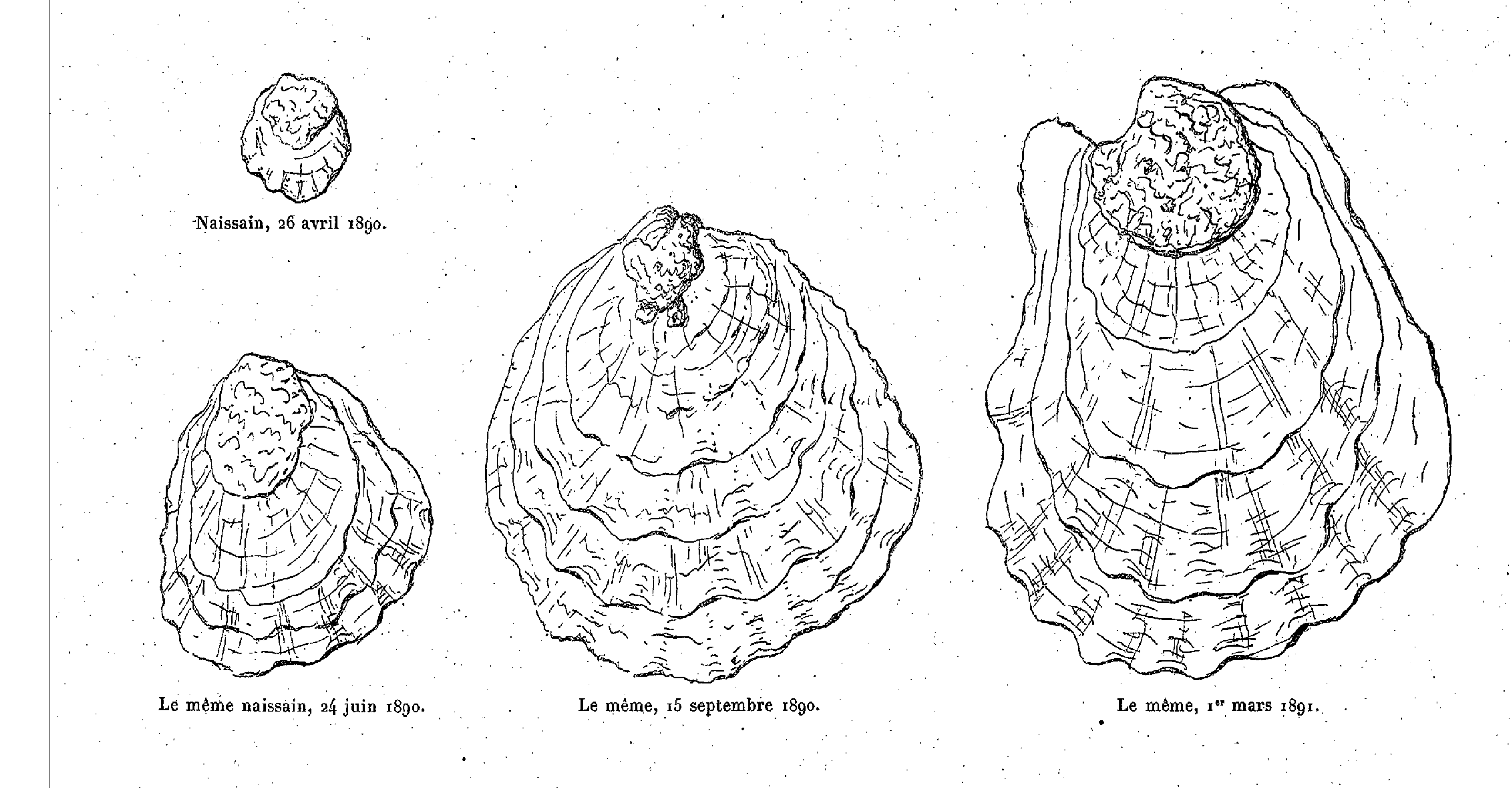
» Cet accroissement rapide a beaucoup étonné des personnes habituées aux études d'ostréiculture. Elles auraient peut-être mis en doute l'origine de ces huîtres, si elles ne portaient leur marque de fabrique. Le naissain, quand on le détache des appareils collecteurs, ou, pour employer l'expression consacrée, quand on le *détroque*, emporte avec lui une partie de la couche de chaux dont on a enduit les briques et tuiles pour faciliter le *détrocage;* ainsi la marque certaine de l'origine se trouve sur la coquille.

» Les 8500 petites huîtres que j'avais placées dans le vivier sont-elles toutes arrivées à cette taille remarquable? Voici comment, après un triage attentif, on peut, au 1er mars 1891, répartir les huîtres ayant servi à l'expérience :

3300	ont acquis la taille d'un peu plus de 6^{cm}; le plus grand nombre a 8^{cm} dans le plus grand diamètre.
2700	ont de 4^{cm} à 6^{cm} dans leur plus grand diamètre.
1900	sont petites, c'est-à-dire ont de 3^{cm} à 4^{cm}.
330	sont restées à l'état de naissain, ayant à peine commencé à pousser la barbe au bord de leur coquille.
160	avant l'hiver étaient mortes dans la saison d'été et d'automne 1890.
50	ont péri pendant l'hiver qui finit.
36	m'ont été envoyées à plusieurs reprises pour suivre l'expérience.
24	ont été ouvertes sur les lieux pour les besoins de l'observation.
Total 8500	

» Quelques remarques doivent être faites :

» D'abord les pertes, 210 sur 8500, sont pour ainsi dire insignifiantes;



Naissain, 26 avril 1890.

Le même naissain, 24 juin 1890.

Le même, 15 septembre 1890.

Le même, 1er mars 1891.

ensuite la proportion des jeunes, 330, qui ne sont pas encore développées est très faible. Voilà pour les résultats relatifs à l'accroissement et à la vitalité.

» Reste une autre question qui a bien son importance et qui ne pourra être jugée qu'après un nouveau temps de séjour dans le vivier. Il s'agit de la qualité au point de vue de la saveur de l'huître. Après une première année qui semble avoir été employée par l'animal à étendre les proportions de sa taille, le Mollusque doit, suivant l'expression des ostréiculteurs, *s'engraisser, prendre du corps*. Il faut attendre encore pour se prononcer sur cette qualité; pour le moment on peut dire que les huîtres élevées à Roscoff ont une saveur fine et délicate, mais qu'elles ne sont pas encore complètement grasses.

» Elles se présentent d'ailleurs dans d'excellentes conditions, faisant bien espérer pour l'avenir. En effet, malgré leur croissance très rapide, leur coquille est très saine et ne présente aucune des défectuosités nuisant à la qualité.

» On sait qu'il arrive souvent que le fond du creux de la coquille offre des couches non exactement superposées, accolées les unes sur les autres et laissant entre elles des espaces remplis d'une eau saturée d'acide sulfhydrique, nuisant beaucoup à la dégustation lorsqu'on brise ces pellicules minces en détachant le Mollusque de son test.

» Cette condition des plus fâcheuses ne se rencontre pas chez elles.

» Une autre condition non moins défavorable est celle qui se présente lorsque le test est habité par des éponges parasites perforantes, lesquelles répandent une odeur phosphorée fort désagréable pour le consommateur. Jusqu'ici nous n'avons point trouvé de coquilles des élèves du vivier de Roscoff attaquées par l'éponge parasite.

» Il faut remarquer aussi combien la mortalité, 50, pendant le dernier hiver a été faible. La cause doit, je pense, en être trouvée dans ce fait que jamais le vivier n'a été complètement vidé aux marées basses pendant les gelées.

» L'eau se renouvelait durant les hautes mers, elle pouvait entrer, mais les vannes n'étaient pas ouvertes à la marée descendante; le gardien, pour soigner les élèves, tirait hors de l'eau les caisses toujours amarrées aux parois du vivier et les immergeait très rapidement après les soins de nettoyage.

» Il importe d'insister sur l'enseignement qui ressort de cette mortalité insignifiante pendant un hiver fort rude. Il est évident, et cela

est du reste bien connu, que les soins régulièrement donnés assurent la vie des animaux. Il est certain que sur des surfaces très considérables émergeant à marée basse, des soins semblables à ceux qui ont été pris dans le cas actuel seraient difficilement pratiques. Mais c'est une chose utile à répéter et à montrer par l'expérience même, que les soins sont pour beaucoup dans la réussite de l'ostréiculture.

» Dans un laboratoire comme celui de Roscoff, consacré aux études de science pure, il ne peut être question d'un élevage considérable et d'une sorte d'industrie; mais nous pouvons et même nous devons y montrer des faits probants destinés à servir d'exemples et permettant à l'industrie de s'appuyer sur eux pour entreprendre des essais sur une plus grande échelle et devant donner des produits rémunérateurs, car elle n'aura pas d'expériences à tenter, n'ayant qu'à imiter.

» Il existe à Roscoff un grand vivier où l'on a réuni et conservé jusqu'à trente mille homards ou langoustes. Ce vivier est placé dans des conditions maritimes bien plus favorables que le vivier de mon laboratoire. On m'affirme qu'après avoir constaté *de visu* les résultats dont je viens de rendre compte, le possesseur du vivier à homard veut cette année même tenter de son côté un élevage et qu'il a déjà arrêté du naissain. Si les renseignements qu'on me transmet se réalisent, ce que je désire beaucoup, j'avouerai que je ne m'attendais pas à voir l'exemple donné par la station aussi promptement suivi et des essais tentés sur la foi des expériences faites au laboratoire. Le but que je m'étais proposé serait ainsi rapidement atteint.

» Beaucoup trop souvent on fait en pisciculture et ostréiculture des expériences sans s'être d'abord suffisamment renseigné sur les conditions biologiques nécessaires au développement des animaux qu'on ensemence, et l'on s'expose ainsi à de bien graves mécomptes. Aussi, dans le cas actuel, je puis le dire aujourd'hui, je comptais absolument sur une réusite certaine, sans toutefois compter sur un accroissement aussi rapide; la raison en est dans la connaissance des conditions biologiques existant sur les grèves de Roscoff où, rencontrant tout près du vivier à chaque instant des huîtres, je n'avais aucun doute sur l'existence des bonnes conditions indispensables à la vitalité des Mollusques que j'y apportais à l'état jeune.

» Il est permis aujourd'hui d'aller plus loin et de penser qu'on trouvera sur des parties des grèves du canal abrité par l'île de Batz, entre cette île et Roscoff, des espaces inoccupés ne donnant aucun produit, où il serait possible d'aménager des parcs producteurs importants, en y élevant d'a-

bord des naissains produits et acquis ailleurs, puis en y établissant des appareils collecteurs. A Arcachon, à Auray, dans tout le Morbihan, on trouve d'immenses étendues de grèves qui sont utilisées et qui produisent de fort beaux revenus à ceux qui les mettent à profit pour l'élevage des huîtres.

» Il serait heureux que de nouvelles expériences étendues et poursuivies, comme je vais le faire dans la campagne prochaine en dehors du vivier même, puissent déterminer les pêcheurs de Roscoff et de l'île de Batz à entreprendre des essais qui, plus tard, pourraient devenir pour eux et la contrée une source de produits rémunérateurs, comme cela est arrivé dans une foule de localités de notre littoral océanien. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition des eaux de drainage.* Note de M. **P.-P. Dehérain.**

« J'ai déjà eu l'honneur, l'été dernier ([1]), d'entretenir l'Académie des résultats que m'ont fourni les analyses des eaux de drainage écoulées de diverses terres du domaine de Grignon; j'ai cru devoir continuer ces observations, car la quantité de nitrates que contiennent les eaux de drainage variant avec la température à laquelle le sol est soumis, avec l'humidité qu'il retient, est très différente d'une année à l'autre.

» Cette quantité varie également avec la composition du sol; aussi ai-je mis en expériences, cette année, plusieurs terres très différentes de celles qui avaient été étudiées en 1889. Ces terres m'ont été envoyées de deux régions de la France très éloignées l'une de l'autre : deux d'entre elles ont été prises dans le Nord et le Pas-de-Calais, à Wardrecques et à Blaringhem, sur les domaines où ont été exécutées de 1885 à 1889 les cultures expérimentales dont j'ai présenté les résultats à l'Académie à diverses reprises; les deux autres proviennent de la Limagne d'Auvergne et ont été prélevées sur les domaines dépendant des sucreries de Bourdon.

» Les quantités d'azote nitrique dosées dans les eaux de drainage, s'écoulant de grands pots de grès contenant 50^{kg} de terre, varient dans d'énormes proportions d'un sol à l'autre.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 253.

» En ramenant les chiffres à l'hectare ([1]), on a trouvé :

Azote nitrique contenu dans les eaux de drainage de la terre d'un hectare de mars à novembre 1890.

	kg
Wardrecques (Pas-de-Calais)	152,4
Blaringhem (Nord)	128,1
Marmilhat (Puy-de-Dôme)	62,5
Palbost (Id.)	45,2

» Les deux terres du Nord, qui donnent beaucoup plus de nitrates que les terres de la Limagne, sont cependant beaucoup moins riches en azote; il n'y a pas non plus de rapports simples entre les quantités de nitrates formés et les quantités d'eau retenues, si en effet le sol de Wardrecques, qui nitrifie le plus énergiquement, est aussi celui qui retient l'eau le plus aisément, le rapport de la pluie au drainage étant de 3,7, si la terre de Palbost, qui a donné le moins de nitrate, est aussi celle qui se dessèche le plus vite, le rapport de la pluie au drainage y étant de 2,3; les deux terres de Blaringhem et de Marmilhat, qui donnent des quantités de nitrate variant de 2 à 1, retiennent l'eau de la même façon : le rapport de la pluie au drainage est pour l'une et l'autre 2,9.

» Si l'on cherche à pénétrer la cause des différences énormes que nous venons de signaler, il convient de rappeler que les terres noires de la Limagne sont beaucoup plus chargées de matières organiques que les sols brun-clair du Nord et que les recherches de M. Warington, celles de M. Winogradski ont montré que l'abondance des matières organiques dans un milieu retardait la nitrification.

» Les terres du Nord ne conservent leur fertilité que par l'apport incessant des engrais; aussitôt qu'on en diminue la quantité, les récoltes baissent; et, en voyant combien est grande la perte par le drainage, on n'est pas étonné que les engrais soient nécessaires pour conserver au sol sa richesse. Il en est tout autrement dans la Limagne, les engrais n'y produisent pas grand effet, et la fertilité se maintient sans qu'on soit obligé d'y veiller attentivement.

» La formation des nitrates est avantageuse ou nuisible, suivant l'époque

---

([1]) Le détail des observations se trouve dans le Mémoire *in extenso* (*Annales agronomiques*, n° de février 1891, t. XVII).

à laquelle elle se produit; en général, elle est insuffisante au printemps : de là la nécessité où sont les cultivateurs d'ajouter à leurs terres une certaine quantité de nitrate de soude qui vient compléter la nourriture azotée de quelques-unes des plantes les plus répandues.

» Quand la nitrification est abondante à l'arrière-saison, après la moisson, elle occasionne des pertes considérables signalées depuis longtemps par MM. Lawes et Gilbert; au mois d'octobre 1889, les terres de Grignon ont perdu la valeur de $72^{kg},2$ d'azote nitrique à l'hectare, et on conçoit combien il importe de se mettre à l'abri d'une pareille déperdition.

» J'ai proposé, pour l'atténuer, de procéder immédiatement après la moisson à un léger labour de déchaumage, puis de semer une graine à végétation rapide, telle que celle de moutarde, de navette et de colza, espérant que les cultures *dérobées* retiendraient bien les nitrates et qu'enfouies soit à l'automne, soit au printemps, elles restitueraient au sol l'azote qui, sans elles, aurait été perdu et fourniraient, en outre, une bonne fumure organique, très favorable au développement de certaines espèces.

» J'ai réalisé ce programme à l'automne de 1890; plusieurs parcelles du champ d'expériences ont été ensemencées; on a également semé du colza ou de la navette dans les grands vases destinés à recueillir les eaux de drainage. La saison malheureusement n'a pas été favorable à ces essais : les mois d'août, de septembre et d'octobre ont été relativement secs et la végétation d'arrière-saison n'a pas été vigoureuse comme elle le fût devenue, si les pluies avaient été abondantes comme l'an dernier. Malgré ce contre-temps, l'expérience est très nette, les cultures dérobées ont absolument empêché la déperdition des nitrates.

» En 1890, le mois de juillet a donné des quantités notables d'eau de drainage, mais l'automne n'en a pas fourni et c'est seulement en novembre que les drains ont recommencé à couler; cette sécheresse prolongée a singulièrement amoindri la nitrification et les terres nues ont perdu infiniment moins que l'an dernier, ainsi que le montrent les nombres suivants :

Azote nitrique contenu dans les eaux de drainage d'un hectare de terres nues du 1er au 7 novembre 1890.

	kg
Après betteraves récoltées en octobre	7,5
Après maïs récolté en août	14,5
Après chanvre récolté en août	10,5

» Les pertes sont donc minimes; quoi qu'il en soit, si l'on compare les

nombres précédents à ceux qu'on a recueillis des terres portant des cultures dérobées, on reconnaît qu'elles sont absolument efficaces.

Azote nitrique contenu dans les eaux de drainage d'un hectare portant des cultures dérobées.

	kg
Après avoine. — Culture de colza	0,37
Après pois. — Culture de navette	0,51

» La perte est donc devenue tout à fait insignifiante, et je crois qu'elle le serait encore, quand bien même des pluies d'automne abondantes eussent activé la nitrification, car, du même coup, les plantes fussent devenues très vigoureuses et auraient retenu les nitrates au moins avec autant de facilité que les végétaux rudimentaires de 1890.

» Il est donc démontré que les cultures dérobées pour engrais sont très efficaces pour retenir les nitrates habituellement entraînés par les grandes pluies d'automne.

» J'en ai eu une nouvelle preuve très inattendue cet hiver.

» Le froid est arrivé si rapidement à la fin de novembre, qu'il a surpris les plantes sur pied avant qu'elles eussent été enfouies par les labours; celles qui garnissaient les vases d'expérience ont péri. Or quand le dégel est arrivé, à la fin de janvier, et que les eaux de drainage ont commencé à couler de nouveau, on les a trouvées beaucoup plus chargées de nitrates que ne l'étaient celles qui avaient été recueillies à la fin de novembre, quand les cultures dérobées étaient encore vivantes.

	Eaux de drainage et azote nitrique qu'elles renferment.			
	28 novembre. — Les cultures dérobées sont vivantes.		Fin janvier 1891. — Les cultures dérobées sont mortes.	
	Eau recueillie en cent. cubes.	Azote nitrique en milligr.	Eau recueillie en cent. cubes.	Azote nitrique en milligr.
Culture dérobée de colza	2000	1	2860	25
Culture dérobée de navette	1400	7	3045	35
Pas de culture dérobée	2098	79	3420	53
Id.	2198	55	3144	49
Id.	1454	34	2952	33

» Quand il n'y a pas eu de culture dérobée à la fin de novembre, la

moyenne de l'azote nitrique recueillie est de 3^{kg},36 à l'hectare, avec les cultures dérobées 0^{kg},24; à la fin de janvier, les nombres, si différents à la période précédente, se rapprochent : les deux premières terres auraient donné à l'hectare 1^{kg},8 et celles qui ne portaient pas de culture dérobée 2^{kg},5.

» Quand les cultures dérobées pour engrais périssent par la gelée, leur effet utile disparaît; ces gelées hâtives et violentes sont rares sous le climat de Paris, et très habituellement le colza passe l'hiver sans dommage. En voyant, au reste, combien sont faibles les pertes qu'occasionnent les drainages d'hiver, on n'hésitera pas à enfouir les cultures dérobées en novembre, si le climat sous lequel on opère est rigoureux. Je ne crois donc pas que la crainte de voir disparaître ces cultures par la gelée doive détourner de les établir.

» Il reste toutefois un dernier point à élucider : en 1889, la perte d'azote nitrique avait été considérable; elle s'était élevée, ainsi qu'il a été dit, à 72^{kg} pour le mois d'octobre, représentant environ 450^{kg} de nitrate de soude, valant une centaine de francs, somme suffisante pour compenser les frais qu'occasionne l'établissement de la culture dérobée; le labour de déchaumage, étant toujours donné, ne doit pas être compté; mais, en revanche, il faudra acheter la semence et la faire répandre.

» Or, si minimes que soient ces dépenses, elles peuvent n'être pas couvertes, si, ainsi qu'il est arrivé en 1890, les pertes d'azote nitrique sont très faibles, et, par suite, on peut se demander si, en réalité, la pratique des cultures dérobées est à recommander.

» Je crois absolument pouvoir les conseiller; mais, pour qu'elles soient utiles, même si les pertes de nitrates sont faibles, je pense qu'au lieu de semer exclusivement des Crucifères, comme je l'ai fait cette année, il convient de semer en outre une Légumineuse, de la vesce par exemple, comme on le fait, au reste, depuis longtemps dans la Limagne d'Auvergne. Ce sera donc un mélange de vesce et de colza que j'emploierai cet automne après la moisson, et j'aurai l'honneur, l'hiver prochain, d'indiquer à l'Académie les résultats que fourniront ces essais. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Alphonse Favre*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Geikie	obtient.	45	suffrages.
M. Vézian	»	6	»
M. de Richthofen	»	2	»
M. Tschermak	»	1	»

M. **Geikie**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1891.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Dalmont. — MM. Maurice Lévy, Haton de la Goupillière, Sarrau, Resal, Léauté réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chambrelent et Marcel Deprez.

Prix Fourneyron (*Perfectionner la théorie des machines à vapeur, en tenant compte des échanges de chaleur entre le fluide et les parois des cylindres et conduits de vapeur*). — MM. Maurice Lévy, Sarrau, Marcel Deprez, de Bussy, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Léauté et Haton de la Goupillière.

Prix Damoiseau (*Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les planètes dans le mouvement de la Lune*). — MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Wolf, Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Poincaré et Mouchez.

Prix Lalande. — MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Janssen, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Poincaré.

Prix Valz. — MM. Faye, Lœwy, Tisserand, Janssen, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Poincaré.

Prix Janssen. — MM. Janssen, Faye, Tisserand, Wolf, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Fizeau.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Note de M. *Georges Dumesnil* « Sur la forme des chiffres usuels ». (Extrait de la *Revue archéologique.*)

2° Une Brochure de M. *W. Nicati*, intitulée « La glande de l'humeur aqueuse ». (Présentée par M. Ranvier.) (Extrait des *Archives d'Ophtalmologie.*)

ASTRONOMIE. — *Sur une nébuleuse variable.* Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Mouchez.

« Le nombre de nébuleuses dont la variabilité peut être considérée comme certaine est excessivement restreint; peut-être même cette variabilité n'est bien établie que pour une seule nébuleuse, celle qui fut découverte le 11 octobre 1852 par M. Hind dans le Taureau (1555 *New Gen. Cat.*), qui fut observée quatre fois par d'Arrest à Leipzig en 1855 et 1856, mais qui depuis a été cherchée en vain par un grand nombre d'astronomes.

» Celle dont il va être question (1186 *New Gen. Cat.*) est voisine d'Algol et a été découverte en 1785 par W. Herschel; son fils l'a revue en 1831; mais elle a été cherchée vainement par les astronomes de Birr Castle en 1854 et 1864 et par d'Arrest en 1863. Or aujourd'hui cette nébuleuse est visible à la place indiquée par les deux Herschel, ainsi que je l'ai constaté à deux reprises différentes, le 31 janvier et le 26 février de cette année.

» Comme la position boréale de cet astre permet de l'observer encore dans de bonnes conditions, il serait intéressant que sa visibilité fût constatée par d'autres observateurs et même qu'il en fût fait des photographies.

» Cette nébuleuse étant faible, avant de discuter le plus ou moins de certitude que présente sa variabilité, je vais rapporter d'abord le petit nombre d'observations qui en ont été faites jusqu'ici :

» Elle fut découverte le 17 octobre 1785 avec un télescope de 21 pieds [1] de long et 18 $\frac{7}{10}$ pouces d'ouverture par W. Herschel, qui lui donna le numéro IV 43 et qui détermina deux fois sa position par rapport à Algol; il la décrit ainsi : *A pretty bright star with 2 faint branches* (*Philosophical Transactions*, vol. 79; 1789, p. 247).

» Le 23 décembre 1831 (Sweep 389), elle fut revue par J. Herschel avec son télescope de 20 pieds de long et 18 pouces d'ouverture libre; il la décrit ainsi : *A star 14 magnitude with some kind of faint nebulous appendage* (*Phil. Trans.*, 1833, p. 376, n° 281).

» Plus tard cette nébuleuse fut cherchée en vain et à deux reprises différentes par les astronomes de Lord Rosse, avec le grand télescope de 6 pieds d'ouverture : *Looked for twice* (1854 and 1864), *not found* (*Phil. Trans.*, 1861, Part III, p. 745, et *Scientific Trans. of the R. Dublin Soc.*, 2e série, vol. II, p. 34 du tirage à part).

» Le 8 novembre 1863, avec sa lunette de 11 pouces, d'Arrest la chercha vainement avec le plus grand soin et par un très beau ciel : *In hanc nebulosam diu ac multum inquisivi, frustra tamen. Nostra œtate in hac regione* tale quid non exstat in cœlo. *Nox* 141 (apprime serenum). (*Siderum neb.*, p. 56). C'est d'Arrest qui souligne le passage où il dit qu'un tel objet ne se trouve pas dans le ciel.

» Voici enfin les deux observations que je viens de faire avec l'équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris, de $5^m,20$ de long et $0^m,31$ d'ouverture :

» 1891 janvier 31. Ciel assez beau. Cet objet est une étoile de 12e grandeur, accompagnée de nébulosité qui a été aperçue immédiatement sans cacher l'étoile. Cette nébulosité forme un large éventail dont l'étoile occupe le sommet et dont la partie la plus brillante paraît être vers 50° d'angle de position, l'étoile étant au centre.

» 1891 février 26. Ciel très beau. Cette étoile, de grandeur 12,5, est certainement accompagnée de nébulosité que l'on aperçoit sans cacher l'étoile et que l'on voit d'une façon absolument certaine quand on cache l'étoile par un fil. Cette nébulosité s'aperçoit sur une étendue d'environ 40″; elle forme une sorte d'éventail dont l'étoile occupe

---

(1) Je rapporte les longueurs et les ouvertures des instruments exactement telles que les donne chaque auteur; tous les pieds et pouces dont il s'agit ici sont ceux des mesures anglaises.

le sommet et est comprise entre les angles de position de 25° et de 110°; la partie la plus intense est vers $p = 50°$: c'est celle que l'on aperçoit sans cacher l'étoile.

» Toutes ces observations paraissent inconciliables si l'on n'admet pas la variabilité de cette nébuleuse. Sa position est, en effet, bien indiquée par W. Herschel et par J. Herschel, dont les positions pour 1830,0 sont les suivantes :

	Ascension droite.	Déclinaison.	
	h m s	° ′	
W. Herschel........	2.54.22,0	+ 42.12	(Réduction de M. Auwers.)
J. Herschel.........	2.54.22,3	+ 42. 9	
Position actuelle.....	2.54.20,0	+ 42.10	(en partant de 694 BD + 42°.)

» Étant données la puissance du télescope de Lord Rosse, sa grande expérience et celle de ses astronomes en fait de nébuleuses, enfin l'habileté si connue de d'Arrest, jointe à son affirmation si positive qu'au point indiqué du ciel il n'y a pas de nébuleuse, il est bien difficile d'admettre que cet objet fût visible en 1854, 1863 et 1864; car il faut ajouter que ces astronomes, connaissant la concordance des observations des deux Herschel, ont dû redoubler de soins en la cherchant.

» Cependant, si l'étoile était variable et si son éclat avait alors été plus grand, il aurait pu éclipser la nébulosité. Il est vrai que ni d'Arrest, ni les astronomes de Birr Castle n'indiquent sa grandeur, mais cela même prouve qu'ils ne l'ont pas trouvée sensiblement différente de celle qu'indique J. Herschel. D'ailleurs, on peut assurer que cette étoile a aujourd'hui le même éclat que lors de l'observation de 1831. Si, en effet, on relève les éclats notés par J. Herschel pour les étoiles qui accompagnent certaines nébuleuses, et qu'on les compare à ceux que j'ai notés récemment pour les mêmes étoiles, on trouve qu'en moyenne la grandeur que j'appelle 12,6 est notée par J. Herschel 13,8. Or l'éclat attribué par J. Herschel à l'étoile considérée est 14 en nombre rond : il ne diffère donc pas sensiblement de l'éclat 12-12,5 que je note aujourd'hui.

» Il est donc très probable que cette nébuleuse présente de réelles variations d'éclat, et elle mérite une étude attentive. La région où elle se trouve est d'ailleurs bien facile à reconnaître, car l'étoile 694 BD + 42° dont elle est voisine est une étoile double écartée (grandeurs 10 et 11, $p = 320°$, $d = 9''$) qui porte le n° 1123 dans le Catalogue général d'étoiles doubles de J. Herschel (*Mem. of the R. Astr. Soc.*, vol. XL).

» D'après B.D., la position de cette étoile pour 1891,0 est :

Æ....... $2^h 58^m 0^s$ Ⓓ....... $+ 42° 29'$

la nébuleuse passe 18 secondes après cette étoile double et est plus australe de 4′.

» *Remarque*. — Le 26 février, par un ciel très beau, je n'ai pu apercevoir la nébuleuse 1174 N.G.C., voisine de la nébuleuse variable dont il vient d'être question. »

GÉODÉSIE. — *Histoire des appareils à mesurer les bases*. Note de M. **A. Laussedat**.

« A propos de l'histoire des règles géodésiques et de la mesure des bases, dont M. Bertrand avait dit quelques mots dans sa Notice sur le général Ibañez, M. le Dr Rod. Wolf a rappelé que deux de ses compatriotes, Tralles et Hassler, avaient eu l'heureuse idée de substituer, dès 1797, le contact optique au contact réel des règles portées bout à bout.

» M. Rod. Wolf ajoute, dans sa Note publiée le 16 février, que la précision de la base d'Aarberg mesurée avec un appareil composé de quatre règles d'une toise (*with an apparatus of four toise bars*), a été constatée à plusieurs reprises, notamment en 1880 par le général Ibañez, à l'aide de l'appareil construit par Brunner.

» Hassler a continué, aux États-Unis, à appliquer le principe du contact optique et a publié en 1824, à Philadelphie, une description de l'appareil dont il s'est servi à cette époque.

» Tout cela est très intéressant, à coup sûr, mais ne diminue en rien le mérite de l'ingénieur des mines français d'Aubuisson de Voisins, qui paraît bien avoir été le premier à employer une *règle unique à traits*, transportée successivement entre des repères disposés à l'avance sur l'alignement de la base à mesurer.

» Je ne saurais mieux faire, pour édifier ceux qui s'intéressent à cette question, que de les renvoyer à la Note que j'ai adressée à M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences et qui a été insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 6 décembre 1880, t. XCI, p. 922.

» J'ai eu soin, en effet, de faire ressortir dans cette Note les avantages qui résultent de la substitution d'une règle unique au système des quatre règles employées auparavant, et formant ce que les géodésiens appelaient *une portée*, et j'y ai reproduit *in extenso* la description donnée par d'Aubuisson de l'appareil qu'il avait fait construire à Turin, pour mesurer, en 1810, une base de 670m dans la plaine du Piémont, à l'entrée de la vallée d'Aoste. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Transformation de démonstration.* Note de M. A. MANNHEIM.

« Dans la première édition de son *Traité de Géométrie supérieure,* parue en 1852, Chasles a dit (p. 436) à propos d'une propriété des coniques obtenue par la méthode des figures corrélatives appliquée à un théorème sur le cercle : « Assurément, le théorème sur le cercle et sa démonstration » tout intuitive ne donnent aucune ouverture sur la manière dont cette » propriété des coniques se pourra démontrer directement. »

» Contrairement à cette idée, j'ai montré en 1857 (¹) qu'on pouvait effectuer la transformation d'une démonstration géométrique ou analytique d'un théorème pour obtenir la démonstration directe de ce théorème transformé.

» Chasles adopta complètement ma manière de voir et, dans la deuxième édition de son Livre (p. 402), il modifia dans ce sens le passage précédemment cité.

» Je viens de nouveau appeler l'attention sur la transformation de démonstration à propos du mode de transformation en *Géométrie cinématique* que j'ai fait connaître (²).

» Démontrons d'abord un théorème que je prends comme exemple et ensuite je transformerai cette démonstration.

» On sait que :

» THÉORÈME I. — *Les plans normaux aux trajectoires des points d'une droite se coupent suivant une même droite* (CHASLES).

» Ces plans normaux constituent un faisceau. Après un déplacement infiniment petit de la droite mobile, on a un deuxième faisceau analogue à celui-ci et qui lui est homographique. Après un nouveau déplacement infiniment petit, on a un troisième faisceau homographique aux premiers. Les plans correspondants de ces trois faisceaux se coupent en des points qui appartiennent à une cubique gauche. Ces points sont les centres des sphères osculatrices des trajectoires des points de la droite mobile ; donc :

» THÉORÈME II. — *Les centres des sphères osculatrices des trajectoires des points d'une droite mobile sont sur une cubique gauche* (HAAG).

» Un plan arbitraire coupe cette courbe en trois points et, s'il la rencontre en plus de trois points, il en contient une infinité. Cette circonstance se présente constamment

(¹) Voir ma Brochure sur la *Transformation des propriétés métriques des figures à l'aide de la théorie des polaires réciproques.*

(²) Voir *Comptes rendus,* séances des 3, 10 et 24 février 1890.

lorsque quatre points d'une droite mobile restent sur quatre sphères fixes dont les centres sont sur un même plan. Le centre de la sphère osculatrice de la trajectoire d'un point quelconque de cette droite mobile doit être alors toujours sur ce plan, et comme le lieu des centres des sphères osculatrices relatives aux points d'une courbe ne peut être une courbe plane, nous devons conclure que ce centre est fixe, ou sur une droite, pendant le déplacement; donc :

» THÉORÈME III. — *Lorsque quatre points d'une droite mobile restent sur des sphères fixes dont les centres sont dans un même plan, un point quelconque de la droite décrit une ligne qui appartient à une sphère dont le centre est sur le plan des centres des quatre sphères fixes* ([1]).

» Ce théorème nouveau comprend comme cas particulier ce théorème qui a été très remarqué : *Lorsque quatre points d'une droite mobile restent sur quatre plans fixes, un point quelconque de la droite décrit une ligne plane* ([2]).

» Faisant usage du mode de transformation qui consiste à remplacer d'abord la droite mobile par une file de sphères ([3]), je vais transformer la démonstration que je viens de donner du théorème III.

» En transformant le théorème I, on obtient le théorème suivant, dont on connaît la démonstration directe :

» THÉORÈME I'. — *Les plans normaux aux plans d'un faisceau mobile de grandeur invariable menés, pour une position du faisceau, respectivement par les caractéristiques de ces plans se coupent suivant une même droite.*

» Ces plans normaux constituent un faisceau. Après un déplacement infiniment petit de la figure mobile, on a un deuxième faisceau, analogue à celui-ci et qui lui est homographique. Après un nouveau déplacement infiniment petit, on a un troisième faisceau homographique au premier.

» Les plans correspondants de ces trois faisceaux se coupent en des points qui appartiennent à une cubique gauche. Ces points sont les centres des sphères osculatrices des lignes de courbure des surfaces enveloppes des plans du faisceau mobile; donc :

([1]) J'ai dit que *le lieu des centres des sphères osculatrices d'une courbe ne peut être plan*. En effet, ce lieu est l'arête de rebroussement de la surface enveloppe des plans normaux à cette courbe. Ces plans normaux sont les plans osculateurs de cette arête de rebroussement et seraient alors réduits à un seul plan si cette arête était une ligne plane.

Faisons remarquer aussi que si ce lieu était une droite, tous les plans normaux passant par cette droite, la courbe serait une circonférence de cercle, c'est-à-dire aussi une ligne sphérique.

On peut ajouter à l'énoncé du théorème III que *les centres des sphères qui contiennent les lignes décrites appartiennent à une conique*.

([2]) J'ai fait connaître ce théorème dans la séance du 10 mars 1873.

([3]) Voir *Comptes rendus*, séances des 3 et 10 février 1890.

» Théorème II′. — *Les centres des sphères osculatrices des lignes de courbure des surfaces enveloppes des plans d'un faisceau mobile de grandeur invariable, correspondant aux points où ces lignes rencontrent les caractéristiques de ces développables, sont sur une cubique gauche.*

» Un plan arbitraire coupe cette courbe en trois points, et s'il la rencontre en plus de trois points il en contient une infinité. Cette circonstance se présente constamment lorsque quatre plans du faisceau mobile restent tangents à quatre sphères fixes dont les centres sont sur un même plan. Le centre de la sphère osculatrice d'une quelconque des lignes de courbure de la surface enveloppe d'un plan quelconque du faisceau mobile doit être alors toujours sur ce plan, et, comme le lieu des centres des sphères osculatrices relatives aux points d'une courbe ne peut être une courbe plane, nous devons conclure que ce centre est fixe, ou sur une droite, pendant le déplacement; donc, par suite :

» Théorème III′. — *Lorsque quatre plans d'un faisceau mobile touchent respectivement quatre sphères fixes dont les centres sont dans un même plan, un plan quelconque du faisceau reste tangent à une sphère dont le centre est un point du plan des centres des sphères fixes* ([1]).

» On voit que les théorèmes I′, II′, III′ sont liés entre eux par des raisonnements tout à fait analogues aux raisonnements qui lient les théorèmes dont ils sont les transformés, et, comme, ainsi que je l'ai déjà dit, on connaît la transformation directe du théorème I′, nous avons alors le théorème nouveau III′ et sa démonstration directe qui est la transformée de celle du théorème III.

» Faisons remarquer, en terminant, que la simplicité de cette démonstration est due à l'emploi des lignes de courbure des surfaces enveloppes des plans du faisceau mobile.

» Dans la recherche d'une démonstration directe du théorème III′, on n'aurait peut-être pas songé tout de suite à faire usage de ces lignes de courbure que la transformation de la démonstration du théorème III a introduites si naturellement.

» L'emploi systématique de la transformation de démonstration pourra conduire ainsi, dans bien des cas, à des démonstrations simples, mais en quelque sorte cachées. »

([1]) On peut encore ajouter ici que *les sphères auxquelles les plans des faisceaux mobiles sont tangents ont leurs centres sur une conique.*

Je ne développe pas aujourd'hui les cas particuliers des théorèmes III et III′ ni les cas particuliers des théorèmes relatifs aux files de sphères; j'y reviendrai en donnant de nouvelles démonstrations des théorèmes III et III′.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces minima limitées par quatre arêtes d'un quadrilatère gauche.* Note de M. SCHŒNFLIES, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note insérée dans ces *Comptes rendus*, M. H.-A. Schwarz a énoncé le théorème (¹) que, parmi les surfaces minima limitées par quatre arêtes d'un tétraèdre (²), il y en a cinq qui sont *périodiques*; cela veut dire que, dans une portion limitée de l'espace, il ne passe qu'un nombre fini de répétitions symétriques de la portion primitive de la surface. Toutes ces surfaces possèdent la symétrie de l'octaèdre; mais il paraît que ce résultat n'est pas complet : en effet, je ferai voir que le nombre de ces surfaces minima périodiques est de six.

» La méthode dont je ferai usage est bien simple; elle s'appuie sur *l'application des groupes de transformations de l'espace aux surfaces minima.* Dans ce dernier temps, je me suis occupé plus profondément des problèmes de cette espèce ; pour ce moment, je demande la permission de communiquer préalablement la Note suivante.

» Il est évident qu'une surface minima limitée par les arêtes d'un polygone gauche est *périodique*, si toutes les arêtes appartiennent aux axes de symétrie d'un groupe de mouvements, ou plutôt aux axes binaires, quaternaires, ou senaires d'un tel groupe. Cette condition est nécessaire et suffisante. Imaginons maintenant un cube quelconque : il y a un groupe de mouvements, tel que toutes les arêtes du cube et les diagonales de ses faces appartiennent aux axes de symétrie du groupe; et il en est de même pour toute subdivision de l'espace dont le cube forme le polyèdre générateur. Voilà le simple et seul fait dont nous avons besoin. En effet, il s'ensuit immédiatement que *tout quadrilatère gauche formé par des arêtes ou des diagonales des cubes nommés nous fournit une surface minima périodique.*

» J'ajoute que le groupe cité s'obtient comme produit du groupe ordinaire de l'octaèdre et d'une translation parallèle à un axe principal de l'octaèdre (³).

(¹) *Voir* t. XCXVI, p. 1011.

(²) Il va sans dire que les surfaces dont il est ici question suffisent, à la condition de ne présenter aucun point singulier dans l'intérieur, etc.

(³) C'est le groupe que j'ai désigné par O^4; voir *Ueber Gruppen von Bewegungen* (*Math. Annal.*, t. XXIX, p. 77).

» Pour obtenir tous les quadrilatères de l'espèce considérée, on peut procéder comme il suit. Concevons un système d'axes de coordonnées parallèles aux arêtes du cube. La longueur d'un côté du quadrilatère s'exprime géométriquement par une des neuf expressions suivantes

$$\begin{array}{lll} \alpha x, & \beta y, & \gamma z, \\ \alpha_1(y+z), & \beta_1(z+x), & \gamma_1(x+y), \\ \alpha_2(y-z), & \beta_2(z-x), & \gamma_2(x-y), \end{array}$$

où les coefficients $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ sont des nombres entiers.

» Maintenant, comme la somme géométrique des quatre droites du quadrilatère est zéro, la somme arithmétique correspondante s'évanouit identiquement. Tout revient donc à chercher des sommes formées par quatre de ces expressions qui s'évanouissent identiquement.

» Cela se fait facilement. D'abord il est évident que tout au plus deux des nombres α, β, γ sont différents de zéro. Supposons que ce soient α et β. En considérant que z doit être contenu dans les deux autres expressions, on prouve aisément que tous les quatre coefficients, abstraction faite du signe, sont égaux.

» Il y a trois quadrilatères correspondants. Voilà les expressions géométriques de leurs côtés, où l'ordre de ces expressions suit l'ordre des arêtes du quadrilatère

$$\begin{array}{llll} (1) & x, \; y, & z-x, & -(y+z), \\ (2) & x, \; y, & z-y, & -(x+z), \\ (3) & x, \; z-x, & -y, & (y-z), \end{array}$$

» Dans les deux premiers quadrilatères les arêtes x et y sont des arêtes contiguës, tandis que, pour le troisième, elles sont opposées.

» Si un seul des nombres α, β, γ est différent de zéro, fixons que ce soit α. Maintenant, pour les quadrilatères correspondants, il y a une ou deux autres expressions qui contiennent x. Dans le premier cas nous avons deux quadrilatères, dont les côtés ont les valeurs suivantes

$$\begin{array}{lllll} (4) & 2x, & z-x, & -2(x+z), & y+z, \\ (5) & 2x, & y+z, & z-y, & -2(x+z). \end{array}$$

De même, il y a deux quadrilatères appartenant au second cas; les côtés

sont

(6) $2x, \quad z-y, \quad -(x+z), \quad y-x,$

(7) $2x, \quad z-x, \quad -(y+z), \quad y-x.$

» Si tous les coefficients α, β, γ sont égaux à zéro, toutes les arêtes du quadrilatère ont la direction des diagonales. Il y a deux quadrilatères de cette espèce, exprimés comme il suit

(8) $x+4, \quad -(y+z), \quad z-y, \quad y-x,$

(9) $x+4, \quad z-y, \quad y-x, \quad -(y+z).$

» *En tout nous avons donc neuf quadrilatères différents, qui donnent naissance à une surface minima périodique de la symétrie de l'octaèdre.* Mais ces surfaces ne sont pas toutes différentes entre elles. Comme M. Schwarz l'a démontré, pour un quadrilatère donné, il y a une *seule* surface minima limitée par les arêtes du quadrilatère ([1]). Par suite, si le quadrilatère possède des axes de symétrie binaires, la surface passant par ses arêtes offrira la même symétrie, et les axes de symétrie seront situés sur la surface. Il en résulte que le nombre des surfaces différentes se réduit à six. En effet, le quadrilatère (9) est formé par quatre arêtes d'un tétraèdre régulier; il est donc composé symétriquement de quatre quadrilatères (1). De même, le quadrilatère (4) possède un axe de symétrie binaire; donc il se compose de deux quadrilatères (1). Enfin le quadrilatère (7) possède, lui aussi, un axe de symétrie binaire; il se compose de deux quadrilatères (5). Donc :

» *Il y a six surfaces minima périodiques, limitées par les arêtes d'un quadrilatère gauche.*

» Je remarque encore que les quadrilatères (1) et (8) donnent la surface de M. Schwarz et la surface adjointe. La surface limitée par le quadrilatère (2) est celle qui a été étudiée par M. Neovius ([2]). Les autres surfaces ne sont pas encore étudiées.

» Les surfaces dérivées de (5) et (6) par le prolongement analytique de la portion primitive contiennent tout à fait les mêmes droites. »

([1]) Voir *Bestimmung einer speciellen Minimalfläche*. Berlin, 1871, page 98.

([2]) Voir *Bestimmung zweier speciellen periodischen Minimalflächen*. Helsingfors, 1883.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations actinométriques faites à Kief (Russie) en* 1890. Note de M. **Savélief**, présentée par M. Janssen (¹).

« Ces observations ont été faites au moyen de l'actinomètre enregistreur de M. Crova (²). L'étalonnage des ordonnées de ces courbes a été fait au moyen d'un actinomètre de M. Crova, dont ce physicien a bien voulu déterminer avec soin la constante.

» Voici les principaux résultats obtenus, du commencement de juin à la fin de novembre 1890 :

» 1° En été et en automne, la valeur réelle de l'intensité calorifique absolue de la radiation solaire, par un ciel en apparence bien pur, atteint sa valeur maxima vers 10^h du matin ; un maximum secondaire se produit vers 1^h à 2^h de l'après-midi ; entre ces deux maxima, on observe un minimum assez net à midi.

» En automne, l'intensité calorifique de la radiation solaire est entre 9^h du matin et 2^h après midi ; plus forte qu'en été.

» 2° En été, la moyenne horaire des intensités absolues, c'est-à-dire la quantité de chaleur reçue normalement sur une surface de 1^{cq} pendant une heure et divisée par 60, abstraction faite de la durée d'insolation pendant ce temps, atteint son maximum absolu vers 10^h du matin et un maximum secondaire à 5^h de l'après-midi.

» En automne, les courbes sont plus régulières qu'en été et ne présentent qu'un seul maximum, vers 11^h du matin.

» 3° La durée totale de l'insolation a été le quart de ce qu'elle aurait été par un ciel constamment serein ; cette même durée pendant les trois mois d'été est relativement plus grande et atteint les $\frac{2}{3}$ de ce même nombre. En calculant la durée horaire de l'insolation, on voit qu'elle atteint un maximum absolu vers midi et qu'elle présente un maximum secondaire à 5^h après midi ; en automne, cette durée horaire présente un seul maximum, un peu avant midi.

» 4° La quantité totale de chaleur reçue sur l'unité de surface horizontale du sol pendant les plus belles journées est identique (avec une ap-

(¹) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 287 ; 1889.
(²) *Ibid.*, t. CI, p. 418 ; 1885.

proximation de $+10^{Cal}$) à celle qui résulte de mes observations antérieures ([1]); mais ces journées sont assez rares.

» 5° En moyenne, la quantité totale de chaleur reçue dans une journée sur 1^{cq} de surface horizontale a été :

En juin	199^{cal}	En septembre	127^{cal}
En juillet	345	En octobre	45
En août	296	En novembre	4

» 6° Pendant ces six mois, je n'ai pu obtenir une seule courbe tout à fait symétrique et calculable.

» J'ajouterai que l'erreur probable que l'on peut commettre en évaluant en calories la valeur d'une ordonnée de l'actinographe est égale, d'après mes déterminations, à $\pm 0^{cal},01$. Une pareille concordance entre deux instruments (actinomètre et actinographe) dont la construction est basée sur des principes complètement différents donne une idée exacte de la précision des déterminations dont je viens de résumer les principaux résultats. »

Remarques sur la Communication de M. Savélief; par M. **A. Crova.**

« Les résultats obtenus par M. Savélief confirment ceux auxquels j'étais arrivé par l'emploi de mon actinomètre enregistreur, notamment les variations de la dépression de midi, et l'extrême irrégularité des courbes d'été. Les observations que je poursuis à Montpellier, au moyen de mon actinomètre enregistreur, me conduisent à conclure à la permanence des variations que j'avais déjà indiquées; l'hiver et le commencement du printemps sont les saisons pendant lesquelles on obtient les courbes les plus régulières et qui approchent le plus d'une symétrie complète de part et d'autre de l'ordonnée de midi. Il doit en être de même à Kief, où M. Savélief a déjà obtenu en hiver, sans le secours de l'enregistrement, une courbe remarquablement symétrique, dont le calcul a donné pour la constante solaire la valeur moyenne très élevée de $2^{cal},86$. La discussion des courbes comprenant une année entière d'enregistrement montrera dans quelle mesure la variation de la latitude et les circonstances locales influent sur la marche annuelle de la radiation solaire à Kief. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 287; 1889.

ACOUSTIQUE. — *Sur les anches métalliques doubles en dehors.* Note de M. A. **Imbert**, présentée par M. Cornu.

« Un tuyau cylindrique en cuivre, de $0^m,025$ de diamètre et de $0^m,25$ de longueur, ayant été sectionné par un plan parallèle à son axe, l'ouverture ainsi obtenue, longue de $0^m,12$, large de $0^m,012$, a été obturée au moyen de deux anches en cuivre d'une épaisseur de $0^m,0005$. Afin de pouvoir faire varier à volonté la longueur des anches, celles-ci étaient fixées à l'une de leurs extrémités au moyen d'une pince à vis. Le tuyau pouvait être monté sur une soufflerie, de manière que les anches fonctionnassent comme anches en dehors.

» En donnant aux anches des longueurs égales, elles entrent facilement en vibration. Si l'on fait en sorte que, dans leur position de repos, leurs extrémités libres et voisines fassent un peu saillie en avant des bords de l'ouverture du tuyau, puis que ces mêmes extrémités libres, et toujours dans la position de repos des anches, soient un peu en arrière de ces mêmes bords, le son rendu dans le premier cas est notablement plus élevé, mais beaucoup moins intense que le son obtenu dans la seconde position des anches.

» Il est très difficile de faire vibrer les anches lorsque, dans leur position de repos, elles sont exactement au niveau des bords de l'ouverture du tuyau.

» L'intensité du son est maxima lorsque, au repos, l'une des anches fait saillie, tandis que l'autre est en retrait par rapport aux bords de l'ouverture du tube. Les tracés obtenus au moyen d'aiguilles en aluminium, fixées sur les anches et inscrivant sur du papier enfumé, montrent que les déplacements des anches, lorsqu'elles vibrent, sont alors inverses l'un de l'autre.

» Si l'on donne aux anches des longueurs inégales, il est toujours facile de les faire vibrer simultanément, en plaçant l'une d'elles un peu en saillie, l'autre un peu en retrait par rapport aux bords de l'ouverture. Les tracés montrent que les anches vibrent alors synchroniquement, mais la hauteur du son rendu est réglée par la longueur de l'anche qui fait saillie au repos. En donnant aux anches une différence de longueur de $0^m,02$ ($0^m,050$ de longueur pour l'une, $0^m,070$ pour l'autre), j'ai obtenu successivement deux sons dont l'intervalle était sensiblement d'une quinte, suivant que je pla-

çais en saillie l'anche la plus courte ou l'anche la plus longue; l'anche en retrait exécutait toujours le même nombre de vibrations par seconde que l'anche placée en saillie.

» Il existe pour les anches des longueurs relatives et des positions de repos telles que, en vibrant simultanément, chacune d'elles exécute par seconde un nombre de vibrations en rapport avec sa longueur propre.

» J'ai obtenu cette émission simultanée de deux sons de hauteur différente lorsque les longueurs respectives des anches étaient 50^{mm} et 70^{mm}, 53^{mm} et 67^{mm}, 55^{mm} et 65^{mm}, 57^{mm} et 63^{mm}.

» Les tracés graphiques montrent que l'intervalle des deux sons simultanés est d'une quinte dans le premier cas, d'une quarte dans le second, d'une tierce majeure dans le troisième, d'une tierce mineure dans le quatrième.

» Pour des longueurs relatives comprises entre celles que je viens de citer, il m'a été impossible d'obtenir l'émission simultanée de deux sons de hauteur différente; il en a été de même lorsque la différence de longueur des anches était inférieure à 6^{mm}.

» Il me paraît intéressant de faire remarquer que ces derniers faits constituent la reproduction, au moyen d'anches métalliques, de la voix *bitonale* que l'on a signalée comme l'un des symptômes caractéristique, quoique non constant, de l'anévrysme de l'aorte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés alcalins de l'érythrite.* Note de M. de Forcrand.

« I. J'ai publié précédemment un procédé de préparation de l'érythrate monosodique $C^8H^9NaO^8$ et j'ai fait connaître sa chaleur de formation [1]. Je l'obtenais par déplacement de l'alcool méthylique au moyen de l'érythrate dans le méthylate de sodium $C^2H^3NaO^2$, procédé qui m'avait également bien réussi pour la préparation des dérivés sodiques du glycol et de la glycérine. Tous ces alcools polyatomiques déplacent les alcools monoatomiques dans les alcoolates, comme un acide fort déplace un acide faible dans un sel. Il en résulte, en général, des combinaisons cristallisées d'alcool monoatomique et de l'alcoolate qu'on veut obtenir, par exemple $C^8H^9NaO^8, C^2H^4O^2$; puis, vers 115°, ces composés perdent 1 molécule d'alcool et donnent l'alcoolate $C^8H^9NaO^8$.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CX, p. 859; 1890.

» On sait, d'autre part, que l'eau H^2O^2 donne, avec les métaux alcalins, des combinaisons tout à fait comparables aux alcoolates des alcools monoatomiques, la réaction

$$H^2O^2 \text{ liq.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \text{H Na}O^2 \text{ sol.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +33,30$$

dégageant la même quantité de chaleur que

$$C^2H^4O^2 \text{ liq.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + C^2H^3\text{Na}O^2 \text{ sol.} \quad \ldots\ldots \quad +33,19$$

et que cette analogie se retrouve dans les hydrates secondaires de Na et K, comparés aux méthylates méthyliques, aux éthylates éthyliques, etc.

» Si donc l'érythrate déplace ces alcools dans les alcoolates, la même réaction doit avoir lieu avec les hydrates, et l'on doit obtenir des érythrates alcalins cristallisés, anhydres ou hydratés, en faisant agir l'érythrite sur des solutions aqueuses de soude ou de potasse, absolument comme on obtient les sels de ces bases, anhydres ou hydratés, en ajoutant un acide à leur solution aqueuse.

» C'est ce que l'expérience vérifie. On peut ainsi préparer directement des érythrates alcalins hydratés et cristallisés; puis, par l'action de la chaleur, ces composés fournissent les érythrates anhydres.

» II. Pour obtenir les dérivés sodiques, on fait deux dissolutions concentrées d'érythrite (122gr dans 150cc d'eau) et de soude (31gr de NaO dans 70cc), et on les mélange à froid soit à équivalents égaux, soit dans le rapport de 1 équivalent d'érythrite pour 2 équivalents de soude. Dans ces limites, on obtient les mêmes combinaisons. Le liquide est placé sous une cloche en présence d'acide phosphorique anhydre. Après quelques jours, des cristaux très nets se déposent. On les recueille rapidement, avant que toute la masse soit solidifiée, et on les prive de leur eau mère en les étalant sur des plaques de porcelaine poreuse pendant vingt-quatre heures.

» L'analyse de ces cristaux a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $C^8H^{10}O^8$, NaO, 3HO ou $C^8H^9NaO^8$, 4HO.
Na	12,71	12,78
C	26,51	26,66
H	7,76	7,22

» Les résultats s'accordent avec l'une et l'autre formule, mais ne permettent pas de décider entre elles.

» Ce corps est très altérable dans l'air humide, et déliquescent comme tous les alcoolates alcalins. Il ne se déshydrate pas à 100°.

» III. Mais entre 110° et 115°, dans un courant d'hydrogène sec maintenu pendant plusieurs heures, il perd 3 équivalents d'eau. La perte de poids devenue constante est de 15,15 pour 100 (calculée pour 3HO : 14,75).

» Le résidu, dont la formule est $C^8H^{10}O^8,NaO$, ou bien $C^8H^9NaO^8,HO$, est blanc, cristallin et déliquescent.

» IV. Enfin, si l'on élève la température à 135° et qu'on la maintienne pendant douze heures environ, la perte de poids totale et constante devient 19,65 pour 100 (calculé pour 4HO : 20,00 pour 100). C'est l'érythrate $C^8H^9NaO^8$. Il contient tout le sodium à l'état d'alcoolate, comme l'indique le titrage alcalimétrique (15,92 pour 100 de Na, au lieu de 15,97 calculé pour $C^8H^9NaO^8$). Pendant cette dernière opération, la masse a fondu au début, puis est redevenue solide. Ce composé est identique à l'érythrate que j'avais obtenu par l'action de la chaleur sur le dérivé méthylique

$$C^8H^9NaO^8,C^2H^4O^2.$$

» On a donc isolé trois combinaisons :

$$C^8H^{10}O^8NaO,3HO \quad \text{ou} \quad C^8H^9NaO^8,4HO,$$
$$C^8H^{10}O^8,NaO \quad \text{ou} \quad C^8H^9NaO^8,HO,$$
$$C^8H^9NaO^8,$$

les deux premières hydratées et nouvelles.

» V. L'érythrite se combine de la même manière avec la potasse. Les deux dissolutions contiennent : celle d'érythrite, 122gr dans 150cc; celle de potasse, 1 équivalent dans 80cc. On les mélange, soit à équivalents égaux, soit dans le rapport de 1 équivalent d'érythrite pour 2 de potasse. Le liquide est abandonné à lui-même en présence d'acide phosphorique anhydre. La cristallisation est un peu plus lente que dans le cas précédent. Les cristaux desséchés sur des plaques poreuses, à l'abri de l'air humide, contiennent 23,13 pour 100 de potassium, ce qui correspond exactement aux formules

$$C^8H^{10}O^8,KO \quad \text{ou} \quad C^8H^9KO^8,HO.$$

» VI. Ce composé peut être déshydraté dans un courant d'hydrogène sec, mais plus difficilement que les précédents; il faut maintenir la température entre 140° et 150° pendant vingt heures environ, et dessécher soigneusement l'hydrogène avec de l'acide phosphorique anhydre. La perte de poids devenue constante est de 4,71 pour 100 (calculé pour 1 équivalent d'eau éliminée : 5,02). Le résidu donne à l'analyse :

		Trouvé.	Calculé pour $C^8H^9KO^8$.
K	Par l'alcalimètre..........	24,20	24,42
	Dosé à l'état de sulfate....	24,24	»

Le potassium est donc complètement à l'état d'alcoolate.

» Je n'ai pas encore reproduit de dérivés disodiques et dipotassiques analogues au corps $C^8H^8K^2O^8$, signalé par M. Colson.

» En résumé, j'ai obtenu un érythrate de potassium anhydre et trois hydrates nouveaux, ainsi qu'un érythrate de sodium anhydre que l'on peut aussi préparer par l'action de l'érythrate sur le méthylate de sodium.

» Les formules des corps hydratés sont encore indéterminées, l'analyse ne permettant pas de décider entre

$$C^8H^{10}O^8, MO, nHO$$

et

$$C^8H^9MO^8, (n+1)HO;$$

j'ai pu cependant établir qu'ils correspondent à cette dernière formule, en faisant l'étude thermique de ces composés, comme je le montrerai dans une prochaine Communication. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *La teinture du coton.* Note de M. **Léo Vignon**.

« J'ai montré que si l'on immerge la soie, la laine et le coton dans des liqueurs acides, alcalines ou salines, de composition connue, placées dans le calorimètre, on constate qu'il se produit des phénomènes thermiques nets, constants et mesurables (*Comptes rendus,* 10 février et 28 avril 1890).

» En ce qui concerne le coton, les mesures thermochimiques effectuées prouvent que ce textile n'accuse que des fonctions chimiques très faibles, comparativement à celles des fibres animales. L'inertie chimique du coton, qui coïncide avec le peu d'aptitude que possède cette matière de fixer les substances colorantes, présente-t-elle avec ce phénomène un rapport de cause à effet? Dans le but d'élucider cette question, j'ai tenté de modifier la molécule du coton en lui conférant des fonctions chimiques déterminées; puis, ce point obtenu, j'ai recherché dans quelle mesure les propriétés tinctoriales se trouvaient changées.

» Si l'on chauffe en tubes scellés, à des températures comprises entre 100° et 200°, 1 partie de coton avec 4 parties de chlorure de calcium ammoniacal, ou 4 parties d'ammoniaque aqueuse à 22°, on constate qu'une réaction se produit entre les substances en contact. Au bout d'un certain temps, qui peut varier de quelques heures à plusieurs jours suivant les conditions de l'expérience, la fibre textile soumise à l'action de l'ammoniaque donne naissance à un composé qui présente des propriétés chimiques nouvelles, sans avoir perdu les principales qualités techniques du coton.

» La fixation de l'azote sur le coton, dans ces expériences, est mise hors de doute par l'analyse. Les échantillons de coton soumis à l'action de l'ammoniaque ont été,

en effet, lavés à l'eau, mis à macérer dans un peu d'eau acidulée au $\frac{1}{1000}$ par l'acide chlorhydrique, rincés jusqu'à neutralisation complète dans l'eau distillée, et finalement séchés à 110°. Le dosage de l'azote, en opérant sur $0^{gr},5$ de matière, a donné les résultats suivants :

	Azote pour 100.
Premier échantillon	1,05
Deuxième »	2,38
Troisième »	2,86

» Les quantités d'azote fixé varient suivant les conditions de l'expérience.

» Ces résultats sont en concordance avec les recherches de MM. Schützenberger et Thenard. Ces savants ont montré en effet qu'un grand nombre de substances organiques, sucre, amidon, dextrine, gomme, cellulose, sont capables de fixer de l'azote sous une autre forme qu'à l'état de sel ammoniacal, lorsqu'on les chauffe pendant un temps plus ou moins long en présence d'une solution aqueuse et concentrée d'ammoniaque.

» La fixation de l'azote sur le coton ayant été obtenue, j'ai cherché à déterminer : 1° quels changements le coton avait subi dans ses fonctions chimiques; 2° si les propriétés absorbantes du coton pour les matières colorantes avaient été modifiées.

» Le coton ammoniacal, immergé dans 500^{cc} d'acide sulfurique normal placé dans le calorimètre, a dégagé vers 11°-12°, pour 100^{gr} de coton supposé sec,

$$0^{Cal},90.$$

» Dans des recherches précédentes j'avais obtenu, en opérant dans les mêmes conditions:

Pour le coton blanchi	$0^{Cal},38$
Pour le coton non blanchi	$0^{Cal},36$

» Le coton ammoniacal a donc acquis, en fixant de l'azote, des propriétés basiques très nettes.

» J'ai recherché ensuite comment se comportait le coton ammoniacal vis-à-vis des matières colorantes à *caractère acide*, en opérant comparativement avec le coton ordinaire.

» Deux séries formées d'échantillons de 2^{gr} de coton ammoniacal et de coton ordinaire, de même provenance initiale, ont été teintes comparativement, pendant trente minutes, à 90°-95° C. dans des bains formés de :

» 50^{cc} matière colorante à 1^{gr} par litre;

» 25^{cc} solution aqueuse d'acide sulfurique à 1^{gr} par litre;

» 1000^{cc} eau.

» Les matières colorantes employées ont été l'orangé, la roccelline, différents bleus solubles de rosaniline et le noir naphtol.

» Les teintures étant terminées, les échantillons ont été rincés dans un courant d'eau froide, puis séchés dans des doubles de papier buvard.

» En comparant entre eux, après teinture, les échantillons de coton ordinaire et de coton ammoniacal, on constate que les premiers sont faiblement teintés, tandis que le coton ammoniacal a absorbé en proportions considérables les matières colorantes acides sur lesquelles on a expérimenté. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une hématine végétale :* l'aspergilline, *pigment des spores de l'* Aspergillus niger. Note de M. **Georges Linossier**, présentée par M. Chauveau.

« Le pigment noir, auquel l'*Aspergillus niger* doit son nom, peut être extrait en assez grande quantité des spores de cette moisissure par une digestion prolongée avec de l'eau légèrement ammoniacale. En ajoutant à la dissolution, fortement colorée, un faible excès d'acide chlorhydrique, on précipite intégralement la matière colorante en flocons amorphes, volumineux.

» Ce qui donne un intérêt tout particulier à l'étude de la substance ainsi obtenue, c'est sa remarquable analogie avec le pigment le plus important des animaux vertébrés, l'hématine du sang, analogie que mettra en lumière l'exposé succinct de ses propriétés.

» L'aspergilline, c'est le nom que je propose pour ce pigment, desséchée à la température ordinaire en présence de l'acide sulfurique et pulvérisée, se présente comme l'hématine sous l'aspect d'une poudre noire. Elle est à peu près insoluble dans l'eau, l'alcool et les dissolvants neutres en général; elle est insoluble dans les acides minéraux dilués, mais se dissout un peu dans l'alcool additionné d'acide acétique. Elle est facilement dissoute par les alcalis caustiques, même très dilués, les carbonates alcalins, et certains sels à réaction alcaline, tels que le borax, le phosphate de soude ordinaire, etc. La solution ammoniacale d'aspergilline est précipitée par l'eau de baryte comme la solution ammoniacale d'hématine.

» Ces caractères de solubilité sont ceux de l'aspergilline desséchée à la température ordinaire. L'action de la chaleur diminue sa solubilité dans les différents véhicules. Ainsi, maintenue quelques heures à 180°, elle

devient insoluble dans les lessives alcalines, sans qu'il se soit d'ailleurs produit de décomposition apparente. Par contre, au moment de sa précipitation, et avant toute dessiccation, elle donne avec l'eau une sorte de demi-dissolution colloïde que les acides et les sels neutres (chlorure de sodium) précipitent, et qu'une trace d'un alcali transforme en une dissolution véritable, capable de traverser les filtres de porcelaine.

» Les solutions acides sont brunes, vertes en couche mince; les solutions alcalines sont d'un brun rouge. L'intensité de la coloration est suffisante pour qu'une solution à un millionième présente sous une épaisseur de $0^m,18$ une teinte sensible. Examinée au spectrophotomètre de Gang, une solution alcoolique acide a laissé passer dans les diverses régions du spectre les fractions suivantes de la lumière incidente :

Longueurs d'onde.	Lumière transmise.	Longueurs d'onde.	Lumière transmise.	Longueurs d'onde.	Lumière transmise.
$0^{\mu},692$	0,84	$0^{\mu},602$	0,47	$0^{\mu},547$	0,44
0,664	0,80	0,597	0,48	0,539	0,39
0,647	0,70	0,590	0,45	0,531	0,39
0,632	0,66	0,585	0,44	0,524	0,39
0,621	0,49	0,575	0,41	0,517	0,39
0,608	0,49	0,565	0,40	0,512	0,39
0,605	0,48	0,546	0,40	0,487	0,27
				0,467	0,28

» On voit que l'aspergilline absorbe toutes les radiations lumineuses, mais inégalement, et que l'absorption croît du rouge au violet. On peut schématiquement concevoir le spectre comme divisé en trois plages, dans chacune desquelles l'absorption croît lentement, et aux confins desquelles elle augmente brusquement. La première s'étendrait jusque vers la longueur d'onde $0^{\mu},630$, la seconde entre $0^{\mu},630$ et $5^{\mu},510$, la troisième occuperait toute la partie la plus réfrangible du spectre. L'accroissement de l'absorption est interrompu par deux diminutions qui se traduisent à l'examen spectroscopique par des bandes claires, l'une un peu avant la raie D ; l'autre, plus marquée, entre D et E.

» Au contact de l'air, l'aspergilline brûle en répandant une odeur de corne brûlée, et laisse, comme l'hématine, un résidu rouge d'oxyde de fer.

» La solution ammoniacale d'aspergilline ne semble pas altérée par une exposition de plusieurs heures à la lumière solaire.

» Les dissolutions d'aspergilline sont réduites par l'hydrosulfite de so-

dium; le produit de la réduction exposé à l'air en absorbe très énergiquement l'oxygène, et la dissolution, qui sous l'influence de l'hydrosulfite avait viré au jaune d'or, reprend très rapidement la teinte brune de l'aspergilline. Cette réduction ne peut être réalisée, non plus que pour l'hématine, ni par le vide, ni par la putréfaction.

» Ces constatations sont importantes à plus d'un titre :

» 1° Il est intéressant de trouver dans une moisissure une substance aussi complètement analogue à l'hématine du sang que l'est l'aspergilline; car, quelques différences que puisse dévoiler entre les deux pigments une étude chimique plus approfondie, il n'en subsistera pas moins entre eux des ressemblances frappantes : analogie dans les caractères physiques; présence dans les deux molécules d'une quantité notable d'un même métal, le fer; enfin propriété commune de fournir par l'action d'un réducteur énergique, mais non par le vide, ni la putréfaction, un produit de réduction oxydable au contact de l'air, et régénérant dans cette oxydation la substance primitive. Ce sont là des ressemblances suffisantes pour justifier le nom d'*hématine végétale* que j'ai attribué à l'aspergilline dans le titre de cette Note.

» 2° Il est vraisemblable que l'analogie de propriétés doit être corrélative d'une analogie de fonctions : les caractères que j'ai mis en lumière dans l'aspergilline, et notamment sa propriété de fixer l'oxygène de l'air pour le céder aux substances réductrices, autorisent à lui supposer, dans l'organisme végétal, une fonction respiratoire. Cette déduction, même avec les réserves dont je suis encore obligé de l'accompagner, a d'autant plus d'importance que nos connaissances sur le rôle des pigments dans les Champignons inférieurs sont à peu près nulles.

» 3° M. Raulin, dans son remarquable travail sur l'*Aspergillus niger*, avait constaté que la suppression du fer dans le liquide nutritif dont il a donné la formule, non seulement diminue le poids de la récolte, mais, contrairement à ce qui se passe quand on retranche du milieu nutritif un autre élément utile à la plante, apporte un obstacle à la formation des spores.

» J'apporte l'interprétation de ce fait : c'est que, en l'absence du fer qui entre dans sa constitution, le pigment des spores ne peut se former.

» En réalité, il est difficile d'entraver entièrement sa formation, parce qu'il est difficile de priver entièrement de fer le liquide nutritif, mais plus on se rapproche de ce résultat, moins la culture se colore.

» Je poursuis l'étude des propriétés chimiques et physiologiques de l'aspergilline. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Idiosyncrasie de certaines espèces animales pour l'acide phénique.* Note de M. ZWAARDEMAKER.

« A propos d'une récente Note de M. Guinard ([1]), j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une observation que j'ai faite, il y a quelques années, sur l'idiosyncrasie des chats et des rats pour l'acide phénique.

» Intoxiqués par cette substance, à doses tellement petites que des chiens et des lapins ne subissent point de troubles quelconques, les chats et les rats périrent sans exception. La mort fut précédée de convulsions tout à fait semblables à celles qui ont été observées par M. Guinard. Ces convulsions continuèrent pendant des heures entières, jusqu'au moment de la mort, qui survint par paralysie respiratoire, après une agonie longue et pénible.

» On peut adoucir les angoisses de l'animal, qui reste en pleine possession de sa connaissance et de son irritabilité réflexe, par le sommeil chloroformique. Celui-ci fait cesser les convulsions immédiatement, pourvu que l'anesthésie soit assez profonde. L'asphyxie par occlusion trachéale n'augmente ni ne diminue l'intensité des secousses.

» Les convulsions ont le caractère clonique, et portent sur les muscles des extrémités, du tronc et de la tête. Les fléchisseurs et les extenseurs entrent alternativement en jeu.

» J'ai administré l'acide phénique par voie dermique, par voie hypodermique et par injection intraveineuse. La dernière méthode se prête merveilleusement à un dosage précis. L'acide phénique était mêlé, à la dose de 0,5 pour 100, avec une solution physiologique de sel marin. On injectait le mélange dans la veine, en se servant d'une burette qui était munie d'un dispositif de réchauffement.

» Dans une première expérience, chez un chat de $3^{kg},5$, une dose de 150^{mgr}, c'est-à-dire de 43^{mgr} par kilogramme d'animal, causa des convulsions très marquées.

» Dans une seconde expérience, une chatte adulte de $4^{kg},5$ éprouva des convulsions légères pour une dose intraveineuse de 50^{mgr}, ou de 11^{mgr} par kilogramme d'animal.

» Dans une troisième expérience, un chat jeune de $1^{kg},5$ souffrit de secousses très violentes, pour une dose de 30^{mgr} ou de 20^{mgr} par kilogramme d'animal.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 22 décembre 1890.

» Enfin un petit chat de 14 jours, pesant $0^{kg},27$, fut intoxiqué profondément par 10^{mgr}, c'est-à-dire 37^{mgr} par kilogramme d'animal.

» Ces nombres sont des plus frappants, si on les compare aux doses toxiques chez les animaux ordinaires de nos laboratoires. Des chiens et des lapins qui me servirent à des expériences de contrôle exigèrent, pour des effets toxiques moins prononcés, des doses de $6^{mgr},5$ à $25^{mgr},7$ par kilogramme d'animal. Les chats possèdent donc une sensibilité extrême pour l'acide phénique; chez les rats, cette propriété est non moins accusée. Il n'est pas possible qu'une excrétion plus restreinte de l'acide phénique soit la cause de cette particularité. Je m'en suis assuré par quelques expériences sur des lapins, où la ligature des artères rénales ne produit nullement une telle idiosyncrasie (*Nederlandsch Tidschrift voor Geneesmunde*, 9 juillet 1887). Il est plus probable qu'une certaine irritabilité des centres nerveux, comme dans l'intoxication de morphine (Guinard), rend ces animaux (chats ou rats) plus accessibles aux convulsions phéniques. »

ANATOMIE. — *Sur l'épithélium hépatique de la Testacelle.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les nombreux travaux consacrés, durant ces dernières années, à l'anatomie des Gastéropodes n'ont pas manqué d'accorder une mention spéciale au « foie » ou plutôt à la glande digestive de ces animaux. Cependant nous ne possédons que de vagues notions sur son épithélium, dans lequel on se borne surtout à indiquer des produits diversement colorés.

» Ceux-ci se forment, en effet, très promptement et très abondamment chez les types auxquels ont été presque toujours limitées les recherches (*Helix*, *Zonites*, *Cyclostoma*, etc.); la structure de l'élément s'y trouve ainsi masquée et ne peut être que rarement appréciée avec exactitude. Elle est plus facile à observer chez d'autres espèces qui sont particulièrement favorables à de telles études. La Testacelle (*Testacella haliotidea* Drap.) en est un excellent exemple.

» Les tubes hépatiques s'y montrent tapissés de cellules larges et déprimées, tenant le milieu entre l'épithélium cubique et l'épithélium pavimenteux, si tant est que ces termes puissent être employés avec quelque rigueur chez les Invertébrés.

» De taille variable, ces cellules ne possèdent pas de membrane propre. A peine peut-on distinguer, à leur périphérie, une légère différenciation

du protoplasma somatique. Celui-ci offre une constitution fort intéressante qui doit être examinée avec un objectif à immersion homogène. Considéré dans son ensemble, le protoplasma présente un aspect réticulé ou spongieux : des trabécules y dessinent un système de mailles inégalement entrecroisées. Entre ces mailles se trouve une substance fluide, moins réfringente et mêlée de granulations. Parmi ces granulations, les unes sont brillantes et incolores, les autres jaunâtres ou brunâtres.

» J'ai rarement rencontré des éléments permettant aussi nettement de différencier les produits de la cellule de sa partie somatique, puis de distinguer dans celle-ci le paraplasma de l'hyaloplasma. Le noyau est arrondi; une enveloppe réfringente le limite, la substance chromatique s'y trouve disposée en cordons irréguliers. On observe un ou deux nucléoles.

» Entre les cellules qui viennent d'être décrites, on en découvre d'autres qui sont plus petites. Leur noyau est volumineux, leur protoplasma assez homogène. Il est présumable que ce sont des éléments jeunes ou de remplacement : leur taille, les dimensions respectives de leur noyau et de leur corps protoplasmique, tout semble leur attribuer cette signification. Je ne pense pas qu'on puisse y voir des cellules glandulaires adultes et à l'état de repos fonctionnel.

» Lorsqu'on étudie comparativement les diverses parties de la glande, on constate que c'est presque toujours par une progression insensible qu'on passe de l'épithélium qui revêt la portion sécrétante à celui qui borde les conduits excréteurs. Il suffit de rapprocher les prises et les coupes, pour voir se succéder la série des états intermédiaires entre les cellules aplaties des cœcums et les cellules allongées des canaux. Le foie de la Testacelle peut donc être cité comme offrant toutes les formes de passage entre l'épithélium en mosaïque et l'épithélium en palissade, sans cesse représentés comme profondément dissemblables.

» Ces résultats montrent, une fois de plus, tout l'intérêt qui s'attache aux recherches d'Histologie zoologique : en se multipliant, elles nous font mieux connaître les éléments anatomiques et nous révèlent entre eux les liens d'une parenté plus étroite qu'on ne l'admet généralement ».

GÉOLOGIE. — *Sur le conglomérat à ossements de Gourbesville (Manche).* Note de M. A. DE LAPPARENT.

« On sait qu'un des traits caractéristiques de la géologie du Cotentin est l'existence, sur le territoire aujourd'hui occupé par les estuaires de la

Douve, de la Sèves et de la Taute, d'un golfe dans lequel, depuis le début des temps infraliasiques, la mer a fait des apparitions multipliées, sans que d'ailleurs, d'une époque à l'autre, son niveau parût subir des variations très notables.

» Au nombre des traces que les mers tertiaires ont laissées sur les bords de ce golfe, figure un conglomérat avec ossements de Lamantins, que M. de Gerville avait signalé à l'attention de Desnoyers, et que ce dernier, avec sa sagacité habituelle, décrivait en 1825 comme un dépôt marin plus récent que les faluns éocènes de la région. Cependant Bonissent en 1870, et M. G. Dollfus en 1875, crurent devoir rattacher ce cailloutis au quaternaire. Mais en 1881 M. G. Vasseur, qui avait eu la bonne fortune de visiter la localité de Gourbesville au moment où une rectification de chemin vicinal venait d'entamer le terrain sur 600^m de long, s'assurait que le conglomérat était régulièrement recouvert par des sables pliocènes à *Nassa prismatica*, et reposait lui-même sur le calcaire lacustre éocène, perforé par des lithophages.

» Depuis quelque temps, le gisement de Gourbesville est l'objet d'une exploration approfondie de la part de M. Merle, l'ingénieur qui partage avec M. Poncin le mérite d'avoir découvert la grande richesse en acide phosphorique et provoqué la mise en exploitation du gisement désormais célèbre de Beauval, dans la Somme, ce gisement où Buteux, dès 1862, et M. de Mercey, quelques années plus tard, avaient reconnu la présence de la craie phosphatée. Appelé tout récemment à prendre acte du résultat des fouilles de M. Merle, nous avons constaté sur le terrain un certain nombre de faits, qu'il nous paraît intéressant de signaler.

Tout d'abord, l'examen des gisements de Gourbesville et d'Orglandes confirme absolument la détermination stratigraphique de M. Vasseur. Partout les sables pliocènes à *Nassa*, avec petites couches d'*Ostrea edulis* à la base, recouvrent le dépôt ossifère.

» De plus, le triage et le lavage du conglomérat nous ont mis à même d'y recueillir, avec l'*Ostrea edulis*, plusieurs exemplaires de *Terebratula grandis*, dont un bivalve, avec serpules et balanes adhérentes au test. Il s'agit donc bien d'une plage pliocène, sur laquelle la mer rejetait ces coquilles, en même temps que des cailloux provenant des roches primaires du Cotentin.

» Quant aux ossements, pour la détermination desquels M. Gaudry a bien voulu nous accorder son précieux secours, la majorité appartient, comme l'avait dit M. Vasseur, et comme les anciens géologues de la ré-

gion l'avaient eux-mêmes reconnu, au genre *Halitherium*. Avec d'énormes côtes, dont une, sans être tout à fait complète, mesure plus de $0^{m},60$ de long, nous avons recueilli, entre autres pièces, une tête d'humérus et un arc neural bien caractérisés. La grande dimension des côtes et leur aplatissement marqué semblent indiquer avec certitude l'*Halitherium fossile* des faluns de l'Anjou.

» L'état extraordinairement roulé des ossements et leur fossilisation très avancée, qu'accuse une extrême compacité, contrastent d'une manière tranchée avec la fraîcheur des valves délicates de la *Terebratula grandis;* et comme, dans les faluns de la France occidentale, la présence de l'*Halitherium,* et spécialement de *H. fossile,* caractérise l'étage de la mollasse *miocène* à *Ostrea crassissima,* on est tenté de penser que les Lamantins du conglomérat ossifère doivent s'y trouver en qualité de produits de remaniement.

» En faveur de cette hypothèse, on peut encore invoquer l'extrême usure et la grande dimension des assez nombreuses dents de Squales (*Lamna, Oxyrhina plicatilis,* etc.), qu'on recueille en lavant le dépôt. Nous ajouterons que nous y avons ramassé nous-même un fragment d'Ammonite du lias, transformé en phosphorite brune. Donc des dépôts anciens, jusque et y compris le lias, ont dû être remaniés et détruits par la mer du conglomérat. Mais l'argument le plus décisif est une très belle dent de Proboscidien, découverte deux jours après notre passage, et où M. Gaudry a reconnu sans hésitation une prémolaire supérieure d'un assez grand *Dinotherium.*

» Il nous paraît donc démontré que la série, déjà si riche quoique si fragmentaire, des épisodes géologiques du Cotentin, doit s'enrichir d'un terme nouveau. Des *faluns helvétiens,* semblables à ceux de l'Anjou et du bassin de la Rance, se sont autrefois déposés dans la partie septentrionale du golfe de Valognes et de Carentan; mais la mer pliocène les a détruits, leur faisant subir une véritable *préparation mécanique* et isolant, grâce à leur densité, les ossements déjà fossilisés des Siréniens, pour les étaler sur la plage, au prix d'une forte usure, avec les dents de Squales et les molaires de Proboscidiens empruntées aux mêmes dépôts.

» Parmi les petites pièces que nous avons pu recueillir en moins de deux journées d'exploration, figurent deux plaques palatales de Poissons, appartenant, l'une à un Sélacien, l'autre à un Acanthoptérygien du genre *Pharyngodopilus.* De plus, outre les ossements proprement dits, on trouve avec les galets de nombreuses concrétions plus ou moins phosphatées, remplies

de trous irréguliers ainsi que de perforations de Pholades, et dont le mode de formation a dû être tout à fait analogue à celui des nodules du grès vert ardennais.

» Enfin, dans les points où le conglomérat peut affleurer, par suite de l'érosion, sans recouvrement pliocène, on y trouve parfois des dents de Bœuf fossile. Ainsi s'explique comment quelques observateurs ont pu être trompés et croire que ce remaniement quaternaire était la forme normale d'un dépôt qu'aucune fouille n'avait encore entamé.

» En somme, ce premier aperçu permet d'espérer que la continuation des travaux, poursuivis par M. Merle avec le concours de M. M. Dior, produira des résultats très fructueux pour la connaissance géologique du golfe du Cotentin, pays où le faible relief du sol et la grande épaisseur du limon superficiel avaient rendu jusqu'à présent l'observation si difficile. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama.* Note de M. **H. Douvillé**, présentée par M. Albert Gaudry.

« M. Canelle, ingénieur de la Compagnie du canal, a bien voulu me soumettre une série d'échantillons fossilifères qu'il avait recueillis dans les travaux de l'isthme; leur examen, joint à l'étude des divers documents déjà publiés, nous a montré que les couches qui affleurent entre Colon et Panama peuvent être assimilées aux divers étages qui constituent le terrain tertiaire dans la région des Antilles.

» Abstraction faite de quelques accidents locaux et des dislocations produites par l'intrusion des roches éruptives, les couches sont toujours presque horizontales et se succèdent régulièrement du nord au sud, les plus récentes affleurant près de Colon et les plus anciennes près de Panama.

» *Premier groupe*. — Les fossiles suivants ont été recueillis dans les tranchées de Monkey-Hill (kil. 1) et de Mindi (kil. 6) :

» Pleurotoma Barreti, Terebra sulcifera, Cancellaria opistomifera, C. Barreti, Columbella gradata, Dolium camura, Cassis reclusa, Cassidaria lævigata, Oliva cylindrica, Conus gracilissimus, C. planilyratus, C. stenostoma, Solarium quadriseriatum, Natica cf. sulcata, Sigaretus excentricus, Dentalium dissimile, Cardium lingua-leonis, Leda acuta.

» Tous ces fossiles sont signalés dans les couches les plus élevées du terrain tertiaire à la Jamaïque, à Haïti et dans diverses îles des Antilles;

ces couches ont été attribuées par Gabb au miocène supérieur. L'analogie des couches de Colon avec celles de la Jamaïque avait, du reste, été signalée dès 1853 par Carrick-Moore, d'après quelques fossiles recueillis sur le tracé du chemin de fer.

» A Gatun (kil. 10), M. Canelle a recueilli la *Turritella gradata*, fossile également caractéristique du miocène des Antilles.

» *Deuxième groupe.* — Il est constitué par des couches riches en Nullipores (*Lithothamnium*) et en Foraminifères, qui affleurent auprès de Pena Blanca et de Bohio Soldado ; nous citerons les échantillons suivants :

» I. Pena Blanca, calcaire dur à Nullipores.

» II. Kil. 22,6, calcaire gris-verdâtre pétri de petits *Orbitoïdes*, de la forme et de la grosseur d'une lentille.

» III. Au même point, à la profondeur de 10^m, grès tendre gris-verdâtre avec grandes *Hétérostégines* plates, dont la section équatoriale rappelle celle d'une Orbitoïde.

» IV. Même roche rencontrée dans le sondage du kil. 23,560.

» V. Le sondage du kil. 24,360 a rencontré à une vingtaine de mètres de profondeur un conglomérat verdâtre à petits éléments, formé de fragments de roche andésitique associés à des fragments de feldspath plagioclase, de pyroxène plus ou moins altéré et de chlorite ; ces éléments rappellent tout à fait ceux de la « roche de Gamboa » étudiée par M. Fouqué. Ce conglomérat renferme de nombreuses petites *Nummulites*, associées à des *Orbitoïdes*.

» Les calcaires à *Nullipores*, *Hétérostégines* et *Orbitoïdes* ont été reconnus à San Juan, sur le Haut-Chagres.

» *Troisième groupe.* — Depuis cette dernière localité jusqu'à Matachin, la vallée du Chagres est constituée par des couches horizontales en gros bancs de 2^m à 3^m d'épaisseur qui forment par places de hautes falaises.

» Les échantillons recueillis représentent les uns une molasse fine, calcarifère, de couleur grise, avec empreintes de fossiles marins (*Cardium, Ficula, Terebra*) et des fragments de *Pecten;* les autres une lumachelle calcaire dure, de couleur nankin, (*Pecten*, Polypiers, Bivalves). Ces lumachelles affleurent au sud jusqu'aux stations de Las Cascadas et d'Emperador, où elles surmontent une molasse fine, tendre, avec *Pecten* et empreintes de feuilles.

» Les documents paléontologiques sont insuffisants pour préciser l'âge de ces couches : certaines empreintes rappellent des formes du premier groupe ; l'absence de Foraminifères (au moins dans les échantillons examinés) différencie ce groupe du second, tandis que la nature minéralogique le rapproche du suivant. Des fragments d'un gros *Clypeaster* ont été recueillis sur les bords du Chagres, mais pas en place.

» *Quatrième groupe.* — Il est représenté par les grès et schistes lignitifères qui constituent la partie sud de la grande tranchée (Culebra) et dont les affleurements ont été constatés jusqu'à la base du versant vers le Pacifique.

» Les échantillons recueillis au pied du Cerro Paraiso (kil. 39,34) se présentent sous forme d'une lumachelle noir-verdâtre avec *Arca, Pecten, Ostrea.*

» En résumé, le premier groupe peut-être assimilé au miocène supérieur des Antilles; le second groupe, si nettement caractérisé par l'abondance des *Orbitoides* et la présence des *Nummulites,* représente le prolongement d'un horizon bien connu à la Jamaïque, à Antigua, à la Trinité, etc., et qui se retrouve au nord du golfe du Mexique (groupe de Wicksburg); les géologues américains le placent au niveau de l'oligocène. Enfin, le quatrième groupe présente une analogie frappante avec le système lignitifère qui, dans toute cette région, représente l'éocène.

» Le second groupe, si facile à reconnaître, paraît avoir une extension considérable dans l'isthme de Panama, et il a été reconnu par M. Canelle à une grande distance à l'ouest et à l'est du canal; il est représenté aux environs de Chiriqui (350^{km} à l'Ouest) par des grès verdâtres renfermant avec les *Orbitoïdes* du kil. 22,6 quelques empreintes de plantes; d'autres échantillons de la même localité renferment *Oliva cylindrica, Solecurtus, Dentalium, Ficula, Cardium.* Du côté opposé, une exploration de l'isthme de Darien (300^{km} à l'Est) a fourni des échantillons analogues; des grès verdâtres très durs, à grains grossiers et éléments pyroxéniques, avec *Turritella tornata* et *Columbella gradata,* ont été recueillis sur la rive gauche du Rio Thuyra, en amont du Rio Capiti; sur la rive droite, des grès analogues affleurent en aval du confluent du Puero. Ces grès alternent avec des molasses tendres à grains fins et fossiles marins, rappelant les roches du troisième groupe. Dans le haut Puero, le même observateur a recueilli un grès verdâtre dur rempli de petites *Orbitoïdes,* identiques à celles du kil. 22,6.

» On voit donc que depuis Chiriqui jusqu'à la vallée de la Thuyra, c'est-à-dire sur 650^{km} de longueur, la constitution de l'isthme paraît présenter une grande uniformité. Ces couches tertiaires viennent s'appuyer à l'Est sur le massif crétacé de la Sierra Nevada et se prolongent bien plus au Sud jusqu'à la République de l'Équateur, où l'on vient de signaler la présence de *Nummulites.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la répartition saisonnière des séismes.* Note de M. DE MONTESSUS, présentée par M. Cornu.

« Après de nombreuses et anciennes affirmations de lois saisonnières, et à la suite de ses propres travaux, Perrey a énoncé cette relation, qu'il tremble plus en hiver qu'en été. Ce fait, s'il était exact, prouverait que les séismes sont des phénomènes météorologiques. J'expose ici les résultats d'une statistique saisonnière portant sur 63555 séismes, correspondant à 43054 jours de secousses, et se rapportant à 309 séries ou régions indépendantes et bien délimitées, géographiquement toujours, géologiquement souvent.

» Quel fait élémentaire faut-il soumettre à la statistique? La secousse, le jour où il a tremblé en un lieu, ou, d'après les sismologues suisses, l'ensemble des chocs accompagnant une secousse, dite *principale*, en un temps plus ou moins long, et pouvant se réduire à un seul choc. Le choix de la secousse apporte d'intolérables à-coups; tels jours, avec 50, 100 chocs et plus, en des lieux d'ailleurs peu sujets aux tremblements de terre, créent de toutes pièces des maxima mensuels anormaux. Il est difficile de fixer sans arbitraire le commencement et la fin du tremblement de terre défini comme l'ont fait les savants suisses. J'ai adopté le jour où il a tremblé dans le lieu considéré.

» Il a fallu éliminer les séries trop pauvres, pour lesquelles le hasard des observations ne peut laisser se manifester aucune loi, puis celles n'embrassant pas une année. Dans les séries d'observateurs isolés, on n'a tenu compte que des années complètes. Les mois ont été réduits à un nombre uniforme de 30 jours. Restent 165 séries avec 38967 jours.

» On ne s'occupera ici que des saisons astronomiques, avec inversion de six mois de chaque côté de l'équateur par conséquent.

» Un examen superficiel des Tableaux détaillés montre qu'il faut étendre les termes de l'énoncé de Perrey, en disant qu'il semble trembler plus en automne et hiver que dans les autres saisons. 85 séries avec 20258 jours suivent la loi, et 80 avec 18709 jours non; c'est presque l'égalité, ce qui suffirait à la faire rejeter. Mais il y a plus. Soient M et m le maximum et le minimum des nombres de jours de séismes par saison, et T leur total pour chacune des 85 séries conformes à la loi, les rapports de M

à m, et de $M - m$ à T tendent, à mesure que T croît, vers 1 et 0 respectivement. C'est la condamnation de la loi.

» On peut faire intervenir le poids des observations, en classant les séries comme il suit : 1° séries d'observations indépendantes ; 2° séries météorologiques, résultant du dépouillement des Recueils météorologiques ; 3° séries d'observateurs isolés; 4° séries sismologiques dans les pays où les séismes sont l'objet d'études suivies; 5° séries des observatoires géodynamiques; 6° et 7° séries de microséismes, ou secousses sensibles seulement aux instruments, par régions ou par observatoires. S'il n'y a pas de loi saisonnière, la répartition sera d'autant plus uniforme qu'on s'occupera de classes d'un poids scientifique plus élevé.

» 1° Pour les séries d'observations indépendantes, 59 avec 12012 jours suivent la loi, 52 avec 9328 jours non. 2° Aucune des séries météorologiques (8 avec 4353 jours) n'y satisfait, quoique celles du Chili et des Indes néerlandaises, par le nombre d'années qu'elles embrassent, et le soin avec lequel elles ont été faites, soient comparables avec les séries sismologiques. 3° 9 séries d'observateurs avec 2947 jours s'y conforment, 3 avec 1544 non. 4° La magnifique série sismologique du Japon avec 1127 jours, et celles de Suisse suivent la loi, celles d'Italie et de l'Insulide non. 5°, 6°, 7° les séries des observatoires géodynamiques donnent un résultat en faveur de la loi, mais extrêmement peu accusé, et, de même, les séries de microséismes, soit par régions, soit par des observatoires.

» Si donc les séries de ces groupes de grands poids varient ainsi dans leur plus ou moins de concordance avec la relation incriminée, c'est qu'il faut la rejeter, ainsi que toutes celles analogues si souvent énoncées pour tel ou tel pays. Ce sont de simples accidents de statistiques insuffisantes, non des lois naturelles.

» Comme les saisons astronomiques ne délimitent nettement les climats qu'en dehors des tropiques, on a cherché comment les diverses zones de latitude se comportent avec la loi de Perrey. Classant les séries par intervalles de 10°, et portant en ordonnées les nombres de jours de séismes, on obtient une courbe qui présente un grand maximum de 35° à 45° lat. N., et s'abaisse assez régulièrement jusqu'à 70° lat. N. et 50° lat. S. Cette forme était à prévoir, car la zone boréale tempérée correspond aux régions où le rapport des surfaces terrestres aux surfaces océaniques est le plus grand, et se réduit à une très faible valeur en marchant vers le sud. En outre l'Europe et l'Asie comprennent les régions pour lesquelles abondent les documents. Or, si l'on construit de 10° en 10° la courbe du rapport du

nombre de jours de séismes se conformant à la loi à celui de ceux ne s'y conformant pas, il se présente une singularité remarquable. Supposant la loi exacte, cette seconde courbe se rapprochera de celle qu'on obtiendrait par réduction des ordonnées de la précédente en fonction des limites que cette exactitude imposerait aux rapports de M à m, et de $M - m$ à T. Sinon elle se rapprochera d'une parallèle à l'axe de latitudes, et à la distance 1, car alors le hasard présidera seul à la distribution des séries conformes et non conformes, et l'égalité des nombres de jours correspondants sera pour chaque zone l'hypothèse la plus probable, si toutefois les nombres y sont assez grands. Or cette condition n'est pas remplie, ce qui explique la forme inattendue de cette seconde courbe, analogue à la première, mais avec un maximum boréal beaucoup plus marqué encore. Il faudrait admettre que la loi de Perrey, vraie pour la zone boréale tempérée, devient de plus en plus fausse à mesure qu'on s'avance vers les pôles. Mais dans l'hémisphère austral les séries sont rares et riches en séismes. Elles imposent ainsi chacune leur propre répartition saisonnière à la zone dont elles font partie. Ainsi s'explique ce grand maximum; de nombreuses et riches séries se neutralisent entre elles entre 35° et 45° lat. N. et laissent le massif des Alpes (35 séries et 3181 jours) et la Californie (901 jours) entraîner pour cette zone une caractéristique saisonnière en faveur de la loi.

» De toutes ces considérations concordantes résulte que *les saisons astronomiques n'ont aucune relation avec les séismes*. En est-il de même pour les saisons météorologiques, avec leurs phénomènes de température, pression, hauteur de pluies, etc., variables avec les conditions géographiques? Je le crois, mais c'est à voir de plus près. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'action de l'eau en mouvement sur quelques minéraux*. Note de M. **J. Thoulet**. (Extrait.)

« Les expériences ont été effectuées sur trois fragments de marbre, trois fragments d'orthose et trois fragments d'un calcaire lithographique. Elles ont duré 333 jours; les minéraux ont été baignés par 115^{mc} d'eau. On a obtenu les résultats suivants :

» Les minéraux éprouvent une perte de poids plus considérable dans l'eau en mouvement que dans l'eau immobile.

» Le dépôt ocreux apporté par l'eau est d'autant plus abondant qu'il s'est effectué à la surface d'un corps de texture plus compacte, et, pour

une même nature de corps, dans les endroits où la colonne d'eau ayant été brisée, une plus grande surface de liquide a été en contact avec une surface égale de solide.

» La vitesse du courant n'a par elle-même qu'une faible influence; cependant, si la vitesse du courant est nulle, le dépôt cesse presque complètement par manque de matière, le renouvellement de celle-ci au sein du liquide ne se faisant plus que par les phénomènes de la diffusion.

» ... On croyait devoir expliquer l'absence de calcaire dans les abîmes de la mer, en admettant que les foraminifères tombés de la surface au-dessus de ces points disparaissaient avant d'atteindre le fond, par dissolution dans l'eau, et que cet effet était notablement augmenté par la vitesse de chute. J'ai constaté ailleurs que la solubilité du calcaire dans l'Océan est faible; d'autre part, les expériences actuelles montrent que l'excès d'usure dû au mouvement n'a pas une grande importance; enfin, d'autres expériences me permettent de limiter à vingt-cinq ou trente heures le temps nécessaire aux globigérines pour descendre à 2000^m. Tout s'accorde donc pour contredire la théorie énoncée et pour appuyer la théorie chimique de Mohr et la théorie plus récente de MM. John Murray et Irvine. »

M. **Rey de Morande** adresse une Note intitulée « Les variations du niveau de la mer pendant les temps géologiques ».

M. l'abbé **Tondini**, dans une Note transmise par M. Janssen, annonce que l'Académie des Sciences de Bologne a été informée par le gouvernement italien de l'adhésion de plusieurs puissances (États-Unis, Brésil, Allemagne, Suède, ...) au projet d'une Conférence internationale pour régler la question de l'heure universelle.

M. **E. Serrant** adresse une Note intitulée « La nitrocrésoline, ou acide trinitrocrésylique, et les trinitrocrésylates. »

M. **Larrey**, en présentant à l'Académie, de la part de Sir *James Paget*, l'un de ses Correspondants, un livre anglais intitulé « Études de vieux cahiers d'observations », s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage est un mémorial de l'auteur, remontant à une trentaine d'années de sa pratique. Il explique dans la préface, avec loyauté, pour-

quoi, parmi plusieurs milliers de faits recueillis, peu de ces faits sont utiles à d'autres observateurs. Voilà pourquoi il condense dans un seul livre, peu volumineux, un choix d'observations rattachées à la chirurgie pratique.

» Un seul sujet se trouve excepté de ceux-là : c'est une Conférence faite autrefois par l'auteur, à la Société Royale de Londres, sur la *chronométrie de la vie*. Il s'en sert, aujourd'hui, pour expliquer l'influence exercée par des erreurs de chronométrie sur les causes et les modifications des maladies.

» Le livre de Sir James Paget est l'œuvre d'un éminent praticien et d'un juge impartial de ses propres travaux. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 23 février 1891.)

Note de M. *d'Ocagne*, Sur la représentation plane des équations à quatre variables :

Page 423, dernière ligne, *au lieu de* tangentes à la droite de l'infini et ayant pour asymptotes les droites X et Y, *lisez* ayant pour asymptotes les droites X et Y et une transversale à celles-ci.

Note de M. *Monnory*, Sur la compression du quartz :

Page 430, au Tableau des résultats, lame n° 2, pression 50^{kg}, *lisez* valeur de α théorique $65^\circ 55'$, *au lieu de* $66^\circ 55'$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome CX des *Comptes rendus* (1er semestre 1890) est en distribution au Secrétariat.

HYDRAULIQUE. — *Sur quelques expériences faites en* 1890 *à l'écluse de l'Aubois;* par M. **Anatole de Caligny**.

« Une nouvelle série d'expériences a été faite à l'écluse de l'Aubois après le dernier chômage. Il a été officiellement constaté qu'un seul homme exécutait sans fatigue toutes les opérations de remplissage et de vidange, au moyen de l'appareil de mon invention, qui y est installé. Il y avait cependant toujours dans le sas un grand bateau chargé, et il n'en est résulté

aucun inconvénient. La manœuvre de vidange a été entièrement automatique. Il a suffi de lever une première fois le tube dit d'*aval*.

» Il n'a pas été possible, à cause des difficultés locales, de donner autant de diamètre qu'on l'aurait désiré aux pièces centrales fixes disposées dans les deux tubes mobiles, ainsi que cela est expliqué dans les *Comptes rendus* du 30 juin 1890, p. 1359; mais on a pu constater qu'il en résultait une diminution dans la durée des manœuvres et une augmentation dans le rendement : la force qui ramenait alternativement le tube sur son siège était plus grande.

» Quant au remplissage de l'écluse, la marche était entièrement automatique pour la moitié environ des périodes. On s'est aperçu qu'il se produisait un tourbillon extérieur quand il y avait encore une grande différence de niveaux entre le bief d'amont et l'écluse. Mais ce tourbillon n'avait pas été remarqué avant la pose de la pièce fixe dans le tube dit d'*amont*. Il pouvait exister d'une manière moins sensible sans nuire à la marche de l'appareil.

» Ce tube est guidé extérieurement par des lames verticales en fer, mobiles avec lui et contre lesquelles agissait le tourbillon; de sorte qu'il vaudrait mieux guider ce tube par des tringles fixes passant dans son anneau extérieur. Il y a d'ailleurs des moyens qu'on pourra essayer au prochain chômage pour atténuer cet inconvénient, sans être obligé de modifier les pièces existantes.

» Ainsi que je l'ai expliqué dans ma Note précitée, je préfère en général employer des tubes verticaux fixes, ayant à leurs extrémités inférieures des soupapes annulaires à double siège, ce qui permettra de régler les dimensions des colonnes liquides et les rapports de leurs sections, sans employer des pièces centrales fixes. Il est donc bien entendu qu'on n'a exécuté celles-ci que pour utiliser des constructions déjà anciennes, qui ne pouvaient être modifiées à cause de leur état de vétusté, afin de pouvoir étudier les effets de la marche des oscillations résultant de la manière dont on peut régler les sections dans les tubes verticaux.

» Il était d'ailleurs essentiel de profiter de l'état d'oxydation très avancé des tubes mobiles pour constater un fait capital, qui n'a pas été assez généralement compris. Il met aujourd'hui hors de doute le point le plus important de la théorie de ce nouveau système, d'autant plus que ces tubes ont été construits en tôle de très peu d'épaisseur.

» Quand celui d'aval redescend sur son siège pendant la vidange de l'écluse, il faut que la longue colonne liquide du tuyau de conduite en-

gendre, dans un temps assez court, les vitesses nécessaires pour débiter la quantité d'eau qui passe dans cette conduite. Tout dépend donc, quant à l'influence de ce changement de vitesses sur la solidité de l'appareil, de la réaction de la quantité d'eau contenue dans ce qu'on peut appeler la *tête de la machine*.

» Or, à cause des vitesses engendrées dans les tubes mobiles pendant un temps assez court, et d'ailleurs diverses expériences ayant été faites sans ménagement, ces tubes seraient certainement *déchirés* s'il y avait eu des coups de bélier dangereux, *rendus impossibles parce que les sections transversales ne sont jamais bouchées*.

» Quand cette construction a été faite, les principes au moyen desquels on peut obtenir facilement la marche automatique n'étaient pas trouvés; aussi, dans une autre localité, il sera convenable de faire quelques modifications.

» Les dimensions du réservoir communiquant avec le bief supérieur avaient été calculées, ainsi que cela est indiqué dans le Rapport fait à l'Académie des Sciences le 18 janvier 1869, par M. de Saint-Venant, en son nom et en ceux de MM. Combes et Phillips, de manière à pouvoir obtenir, dans de bonnes conditions, de grandes oscillations initiales et finales, tandis qu'on peut réaliser toute la manœuvre sans celles-ci.

» Par cette raison, les dimensions de ce réservoir pouvant être augmentées ainsi que celles de son orifice de communication avec le bief supérieur, un appareil de même grandeur pourra débiter beaucoup plus d'eau, surtout pendant le remplissage de l'écluse, époque à laquelle la baisse, dans l'état actuel de ce réservoir, empêche que l'écoulement soit aussi convenable qu'il pourrait l'être.

» D'ailleurs, pendant la vidange, l'eau s'y relève plus haut que cela ne doit être pour le maximum d'effet.

» Avant la pose de la bifurcation décrite dans les *Comptes rendus* (séance du 25 novembre 1889, p. 788 à 790), qui a permis d'établir le calme dans l'écluse, j'avais réalisé une manœuvre qu'il est intéressant de pouvoir reproduire dans une autre localité, mais qui ne pourrait plus l'être à l'écluse de l'Aubois, sans des modifications, parce que les effets de l'inertie de l'eau sont changés.

» Pendant le remplissage du sas, on avait rendu entièrement automatique le tube d'aval, quand on renonçait d'abord à faire fonctionner de lui-même celui d'amont. Je suppose l'écluse au niveau du bief inférieur et le tube d'aval levé. Pour le faire baisser de lui-même, il suffisait de

lever le tube d'amont. Une *bouffée* d'eau se précipitait sous celui d'aval et occasionnait un effet de succion qui le ramenait sur son siège.

» Cette quantité d'eau tombée en aval était relativement petite, parce que les deux tubes verticaux étant assez près l'un de l'autre, l'inertie de la colonne d'eau contenue entre eux n'empêchait pas une petite quantité tombée ainsi du bief d'amont d'acquérir assez de vitesse pour produire une force de succion suffisante. Le liquide remplissait bientôt les deux tubes et l'écoulement se dirigeait vers l'écluse, jusqu'à ce que celui d'amont fût baissé. Alors l'eau descendait dans ces tubes et celui d'aval se levait de lui-même en temps utile.

» Dans l'état actuel des choses, on peut encore faire baisser celui d'aval au moyen de cette manœuvre, mais il ne reste plus le temps nécessaire sur son siège, pendant les deux ou trois premières périodes, s'il n'y est pas maintenu, par exemple avec un encliquetage.

» Pour une autre application où l'on ne sera pas gêné par une rivière, il sera facile de prolonger le tuyau de conduite de manière à obtenir les effets de l'inertie nécessaires pour maintenir, comme précédemment, le tube d'aval sur son siège sans autres complications.

» On pourrait aussi, sans prolonger le tuyau de conduite, employer un principe décrit à la fin de ma Note précitée du 30 juin 1890. Il suffirait de donner de plus grands diamètres au tube d'aval pour avoir plus de pression sur son anneau inférieur.

» Mais il ne faut pas se dissimuler que, pour une *première levée* de ce tube dans l'opération de vidange, il serait convenable, afin d'éviter un trop grand effort, d'ajouter une complication telle que la suivante.

» Il suffirait de pouvoir le vider assez rapidement pour qu'il fût levé par son contrepoids.

» Or, si le tuyau de conduite est assez long, l'inertie de la colonne d'eau qu'il contient permettra au tube de se vider assez bas pour que son anneau inférieur soit convenablement abandonné. Cet effet peut être obtenu au moyen d'un orifice latéral, d'une section, en général bien moindre que celle de la conduite. On n'entrera pas ici dans le détail de cette disposition, le but de cette Note étant surtout d'exposer des principes, conséquences des derniers faits observés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Dausse*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Sire	obtient.	40 suffrages.	
M. Considère	»	3	»

Il y a trois bulletins blancs ou nuls.

M. **Sire**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1891.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Statistique). — MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, Larrey, Favé, Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lalanne et Bouquet de la Grye.

Prix L. La Caze (Physique). — MM. Berthelot, Bertrand, Cailletet réunissent la majorité des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Physique pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Poincaré et Sarrau.

Prix L. La Caze (Chimie). — MM. Berthelot, Schlœsing, Duclaux réunissent la majorité des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Cailletet.

Prix Delesse. — MM. Fouqué, Daubrée, Des Cloizeaux, Mallard, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Damour.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Verneuil, Charcot, Larrey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duchartre et Van Tieghem.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Mme **A.-M. Albert** adresse un Mémoire sur la construction de Tables numériques, destinées à fournir les résultats de divers calculs d'Arithmétique.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Geikie**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle planète* (308), *découverte à l'Observatoire de Nice, le 5 mars* 1891. Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Date 1891.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
Mars 5......	$8^h46^m45^s$	$10^h1^m26^s,13$	$\bar{1},419_n$	$70°17'50'',4$	$0,598_n$

» La planète est de grandeur 13,0.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Millosevich* (1891, *mars* 1), *faites à l'Observatoire de Toulouse* (*équatorial Brunner*) par MM. **B. Baillaud** et **E. Cosserat**, *et de la planète Charlois* (*mars* 5) (*au grand télescope*) par M. **Andoyer**. Note présentée par M. Tisserand.

Dates 1891.	Planètes.	Étoiles de comparaison.	Gr.	Planète — ⋆. Æ.	Planète — ⋆. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
				m s	' "		
Mars 3....	M	*a* 2267 BD + 12°	9,5	−0.14,90	− 0.49,2	36:18	C
3....	M	*b* 2269 BD + 12	8,2	−0.37,44	− 3.19,8	20:20	C
3....	M	*a* 2267 BD + 12	9,5	−0.17,30	− 0.28,7	12: 6	C
4....	M	*c* 2265 BD + 12	8,7	−0.11,73	+ 1.42,3	12:12	C
5....	M	*d* 2262 BD + 12	9,5	−0.11,16	+ 4.34,4	12:12	C
6....	M	*e* 2257 BD + 12	9,2	+0.26,09	−11.36,6	20:10	C
6....	C	*f* 1215 W. H. 9	8,0	+1.25,78	−11.35,3	20:16	A
7....	M	*e* 2257 BD + 12	9,2	−0.36,21	− 3.36,2	6: 4	B

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1891.	Étoiles de compar.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 3......	*a*	10.45.54,66	+0,92	11.52.22,5	−3,9	Rapportée à *b*
3......	*b*	10.46.15,51	+0,92	11.56.13,3	−3,9	803 W_1 H. 10
3......	*a*	10.45.54,66	+0,92	11.52.22,5	−3,9	Rapportée à *b*
4......	*c*	10.44.59,69	+0,92	11.58.27,0	−3,9	769 W_1 H. 10
5......	*d*	10.43.59,10	+0,92	12. 4.13,5	−3,9	Rapportée à *c*
6......	*e*	10.42.27,73	+0,94	12.27.59,3	−3,8	716 W_1 H. 10
6......	*f*	9.59.11,03	+0,95	19.57.59,0	−1,7	$\frac{1}{2}$(1215 + 1216) W. H. 9
7......	*e*	10.42.27,73	+0,94	12.27.59,3	−3,8	716 W_1 H. 10

Positions apparentes des planètes.

Dates 1891.	Planètes.	Temps moyen de Toulouse.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 3..........	M	10.24. 5	10.45.40,68	$\bar{1},250_n$	11.52.29,4	0,675
3..........	M	11. 7.39	10.45.38,99	$\bar{2},992_n$	11.52.49,6	0,667
3..........	M	11.26.33	10.45.38,28	$\bar{2},796_n$	11.52.49,9	0,665
4..........	M	8.46.32	10.44.48,88	$\bar{1},506_n$	12. 0. 5,4	0,702
5..........	M	10.36.25	10.43.48,86	$\bar{1},142_n$	12. 8.46,0	0,669
6..........	M	9.24. 2	10.42.54,76	$\bar{1},404_n$	12.16.18,9	0,682
6..........	C	10.45.37	10. 0.37,76	$\bar{2},540_n$	19.46.22,0	0,551
7..........	M	9.31. 0	10.41.52,46	$\bar{1},119_n$	12.24.19,3	0,669

» L'observation de la planète Millosevich du 7 mars a été très difficile, la planète étant presque invisible à cause de la brume. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Millosevich* (*Rome*, 1891, *mars* 1), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Est*); par Mlle **Klumpke**, présentées par M. Mouchez.

Dates 1891.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Planète — ✶. Æ.	Planète — ✶. ⓓ.	Nombre de comparaisons.
			s	′ ″	
Mars 3.....	*a*	8	−37,01	− 3.25,9	8:6
5.....	*b*	9,5	−14,93	− 9.49,1	6:4
5.....	*b*	9,5	−18,22	− 9.22,6	6:4
6.....	*c*	9	+18,13	−10. 5,3	6:4

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Asc. droite moy. 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a = 2269 BD + 12° = 803 W.	10.46.15,44	+0,92	+11.56.13,4	−3,9	Weisse
b = 2263 BD + 12°.........	10.44. 1,96	+0,93	12.18.45,1	−3,9	B.t.VI
c = 2257 BD + 12° = 716 W.	10.42.27,00	+0,94	12.27,59,4	−3,8	Weisse

Positions apparentes de la planète.

Dates 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 3.....	11. 3.23	10.45.39,35	$\bar{2}$,990*n*	+11.52.43,6	0,730
5.....	10.44.14	10.43.47,96	$\bar{1}$,057*n*	12. 8.52,1	0,729
5.....	12.19. 2	10.43.44,67	$\bar{2}$,702	12. 9.18,6	0,725
6.....	14.12. 2	10.42.46,07	$\bar{1}$,383	12.17.50,3	0,743

» *Remarque.* — 5 mars, ciel brumeux. »

GÉODÉSIE. — *De la mesure du 52e parallèle en Europe.* Note de M. **Vénukoff**, présentée par M. Janssen.

« La mesure du 52e parallèle en Europe, entre Valencia, en Irlande, et Orsk, en Russie, sur les confins de l'Asie, a été proposée, en 1861, par Will. Struve et Baeyer, et appuyée par les astronomes et géodésiens belges et anglais. De tous les arcs parallèles à l'équateur et traversant notre partie du monde, c'est certainement le plus long ($69° \frac{1}{2}$); mais, par une heureuse exception, il est assez facile à mesurer, car il passe par des contrées qui ne présentent presque pas de montagnes. Cependant, pour terminer cet immense travail, il a fallu, non seulement exécuter de longs calculs des réseaux trigonométriques qui existaient déjà en 1861, mais entreprendre plusieurs nouvelles triangulations et, enfin, établir solidement l'accord entre elles et celles qui avaient été faites précédemment, d'après des méthodes qui n'étaient pas toujours identiques. La plus grande partie de ce pénible travail a incombé aux géodésiens russes, qui l'ont enfin terminé,

en publiant, tout récemment, en deux volumes in-4° (1), le Rapport détaillé sur les opérations géodésiques et les calculs exécutés par eux, pour la mesure de la partie russe (39°47′) de l'arc. En présentant à l'Académie cet Ouvrage et la Carte générale des triangulations qui existent entre Valencia et Orsk, j'ai l'honneur de les accompagner des remarques suivantes :

» 1. La Carte représente, comme je l'ai dit, toutes les triangulations qui existent aux abords du 52e parallèle, en Europe, et qui ont servi de base aux calculs de la longueur de l'arc mesuré. Mais ces calculs ne commencent à l'ouest que sous le méridien de Haverfortwest, au pays des Galles, pour s'arrêter à Nieuport, dans la Belgique, et ils ne se renouvellent que sous le méridien de Tchenstokhov, en Pologne, pour être continués au delà de cette ville, jusqu'à Orsk, sans interruption. Il y a donc deux lacunes à combler dans cet immense travail international : d'abord, à l'ouest de Haverfortwest jusqu'à Valencia ; ensuite, entre Nieuport et Tchenstokhov. La longueur astronomique (en degrés), définitivement mesurée, n'atteint pas encore $69°\frac{1}{2}$, mais seulement $47°\frac{1}{4}$ ($7°\frac{3}{4}$ dans la partie anglaise et $39°\frac{1}{2}$ dans la partie russe); 22° restent à mesurer.

» 2. Les résultats des travaux anglais exécutés entre Haverfortwest et Nieuport sont déjà publiés depuis longtemps (1867) par le capitaine Clarke ; mais le réseau irlandais, jusqu'à Valencia, dans l'ouest du pays, reste à calculer.

» 3. Le réseau allemand et belge, et les calculs qui s'y rapportent, ne sont pas encore décrits, car les géodésiens allemands tiennent à les publier dans la langue allemande, ce qui se fera sous la direction de M. Helmert.

» 4. La partie russe du 52e parallèle, dont la longueur, à l'est de Tchenstokhov, est définitivement établie, contient 39°24′ de longitude, et n'a pas d'interruption. Pour en déterminer la longueur en mètres, on a calculé 364 triangles sphériques, dont 114 appartenant à une triangulation de contrôle faite par M. Jilinsky.

» 5. Les résultats numériques de la mesure de l'arc russe (Tchenstokhov-Orsk) et de l'arc anglo-belge (Haverfortwest-Nieuport) sont réunis dans le Tableau suivant :

(1) *Mémoires de la Section topographique de l'état-major général russe*, volumes 46 et 47, publiés sous la direction du général Stebnitzky ; Saint-Pétersbourg, 1891.

Stations finales des réseaux et des arcs.	L, différence géodésique des longitudes.	l, différence astronomique des longitudes.	l — L.	Longueur de l'arc en mètres.
A. — *En Russie.*				
1. Tchenstokhov-Varsovie.	1°.53'.57",77	1°.54'. 8",45	+11",08	131854,1
2. Varsovie-Grodno	2.48.10,12	2.48. 3,45	— 6,67	192501,4
3. Grodno-Bobrouisk	5.23.38,38	5.33.46,5	+18,12	370462,1
4. Bobrouisk-Orel........	6.50.14,77	6.50.23,70	+ 8,92	469605,9
5. Orel-Lipetzk	3.22.24,02	3.22.18,15	— 5,27	243027,2
6. Lipetzk-Saratov	6.26.12,99	6.26.25,35	+12,36	441906,5
7. Saratov-Samara........	4. 2.34,94	4. 2.21,60	—13,34	277521,1
8. Samara-Orenbourg	5. 1.27,02	5. 1.35,85	+ 8,83	344917,6
9. Orenbourg-Orsk	3.27.23,22	3.26.47,70	—35,52	237290,8
Total pour la Russie....	39.28.03,23	39.25.51,15		2709132,8
B. — *En Angleterre.*				
1. Nieuport-Greenwich ...	2.45.30,71	2.45.25,20	— 5,51	189460,1
2. Greenwich-Haverfortwest	4.57.44,33	4.57.48,60	+ 4,27	340819,4
Total pour l'Angleterre..	7.43.15,04	7.43.13,80		530279,5

» Ces chiffres donnent, pour longueur *moyenne* d'un degré de longitude, sous le 52ᵉ parallèle :

En Russie	68^{km},6412
En Angleterre	68^{km},6880

ce qui prouve que cette longueur n'est pas la même dans toute l'Europe. Nous arrivons à la même conclusion en prenant en considération diverses parties de l'arc russe seul; par exemple :

Entre Varsovie et Grodno, 1°..............	68^{km},7662
Entre Samara et Orenbourg................	68^{km},6556

» D'où résulte que le 52ᵉ parallèle, en Europe, n'est pas un cercle, mais une courbe assez accidentée, s'approchant d'ailleurs du cercle; en d'autres mots : *la surface terrestre*, sous le 52ᵉ degré de latitude, dans notre partie du monde, *n'est pas celle d'un ellipsoïde de révolution*.

» Cette conclusion est absolument correcte, si les chiffres que j'ai cités plus haut sont exacts. Or leur exactitude paraît être incontestable, car :

» *a*. La détermination de la *position géographique* des points fondamentaux de chaque réseau trigonométrique a toujours été faite, au moins en

Russie, à l'aide de bons instruments et d'après des observations répétées *six* fois; les longitudes étaient déterminées par le télégraphe.

» *b*. Pour s'assurer de l'exactitude des *opérations géodésiques*, on a procédé, dans la Russie orientale, à une mesure de contrôle, confiée à une seule personne qui ne participait pas aux travaux antérieurs.

» Il faut donc admettre que le 52e parallèle n'est pas un cercle.

» Je me permets d'ailleurs de rappeler que la mesure du 42e parallèle aux États-Unis de l'Amérique a abouti à un résultat semblable. Par conséquent, *la Terre n'est pas un sphéroïde parfait.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les équations de deux surfaces minima périodiques, possédant la symétrie de l'octaèdre.* Note de M. A. **Schœnflies**, présentée par M. Darboux.

« Les surfaces minima périodiques sur lesquelles je présente ici quelques remarques sont celles qui ont été discutées profondément par M. H. A. Schwarz dans le célèbre Mémoire couronné par l'Académie de Berlin [1]. L'une d'elles est la surface limitée par quatre arêtes d'un tétraèdre régulier avec ses prolongements analytiques et l'autre est la surface adjointe. Ce sont les seules surfaces possédant la symétrie de l'octaèdre dont nous connaissons les équations explicites.

» M. Schwarz a donné, pour la première surface, l'équation

$$(1)\qquad \mu\nu + \nu\lambda + \lambda\mu + 1 = 0,$$

où λ, μ, ν sont les mêmes fonctions elliptiques de x, y, z, et λ est déterminé par

$$\lambda(u) = \frac{2}{\sqrt{3}}\,\frac{\cos\operatorname{am} u\,\Delta\operatorname{am} u}{\sin\operatorname{am} u}, \qquad k = \frac{1}{2}\ [2].$$

En substituant

$$\lambda = \frac{1+\lambda_1}{1-\lambda_1}, \qquad \mu = \frac{1+\mu_1}{1-\mu_1}, \qquad \nu = \frac{1+\nu_1}{1-\nu_1},$$

nous obtenons

$$(2)\qquad \lambda_1\mu_1\nu_1 = 1,$$

comme équation seconde de la surface [3]. On en dérive les équations de la surface adjointe, en posant ix, iy, iz à la place de x, y, z.

---

[1] *Bestimmung einer speciellen Minimalfläche.* Berlin, 1871.

[2] Voir p. 80.

[3] Voir H. A. Schwarz, *Fortgesetzte Untersuchungen über Minimalflächen* (*Ber. d. Ber. Ak.*, 1872, p. 15).

» *Je me suis proposé de mettre les équations des surfaces nommées sous une forme telle qu'on puisse reconnaître immédiatement toute la symétrie de la surface.* Voici les résultats que j'ai obtenus.

» Concevons une subdivision de l'espace dont le polyèdre générateur est un cube. Les faces des cubes seront des plans de symétrie pour les surfaces, et les sommets des cubes, et les milieux de ces solides seront des points où passent les axes de symétrie des surfaces.

» Pour la première surface, le milieu des cubes est un point vers lequel la surface admet les axes de symétrie d'une pyramide double à axe ternaire, et en outre trois plans de symétrie passant par l'axe ternaire et normaux aux faces de la pyramide. En prenant ce point pour origine des coordonnées, la symétrie exige que la surface revienne snr elle-même pour toutes les permutations de x, y, z et par la substitution $-x$, $-y$, $-z$ au lieu de x, y, z. Cela peut se mettre en évidence par l'équation

$$\mu\nu + \nu\lambda + \lambda\mu + 1 = 0, \tag{3}$$

en supposant que λ soit une fonction impaire.

» La fonction donnée par M. Schwarz est de cette espèce. Mais je remarque qu'on peut faire usage d'une fonction plus simple : c'est la fonction

$$\lambda(u) = \frac{\vartheta_2(u)}{\vartheta_1(u)}, \qquad k = \sqrt{\frac{8}{9}},$$

où ϑ_1, ϑ_2 sont les transcendantes de Jacobi.

» Prenons maintenant comme origine des coordonnées un sommet du cube par lequel passe l'axe tertiaire. Vers ce point, la surface admet tous les axes de symétrie d'un tétraèdre et comme plans de symétrie les plans passant par les arêtes opposées du cube. L'équation de la surface mettra immédiatement ces propriétés en évidence si on la prend, par exemple, sous la forme

$$\lambda\mu\nu = 1, \tag{4}$$

où λ est une fonction impaire. En posant

$$\lambda(u) = \frac{\vartheta_1(u)\,\vartheta_3(u)}{\vartheta(u)\,\vartheta_2(u)}, \qquad k = \tfrac{1}{2},$$

l'équation (4) deviendra une équation de la surface du caractère demandé.

» Je remarque expressément que l'équation (2) donnée par M. Schwarz n'est pas de ce caractère, parce qu'elle se rattache au centre du cube comme origine des coordonnées.

» La symétrie de la surface adjointe vers le centre d'un cube est tout

analogue à celle de la surface précédente. Pour obtenir l'équation correspondante, on fera la substitution citée plus haut; ainsi l'on obtient l'équation

$$(5) \qquad \mu\nu + \nu\lambda + \lambda\mu - 1 = 0,$$

où il faut poser

$$\lambda(u) = \frac{\vartheta(u)}{\vartheta_1(u)}, \qquad k = \tfrac{1}{3},$$

et λ est une fonction impaire comme il est nécessaire.

» La symétrie de cette surface vers les sommets des cubes par lesquels passent les axes ternaires se met directement en évidence par l'équation

$$(6) \qquad \mu\nu + \nu\lambda + \lambda\mu - \text{const.} = 0,$$

en prenant pour λ une fonction paire. Une telle fonction est

$$\lambda(u) = \frac{\vartheta(u)}{\vartheta_2(u)}, \qquad k = \sqrt{\frac{3}{4}};$$

la valeur de la constante est le quotient $k : k'$.

» On voit immédiatement que les équations précédentes représentent des surfaces réelles contenant les droites caractéristiques [1]. Mais il faut encore prouver qu'elles remplissent la condition relative à la courbure moyenne nulle. Cela se fait aisément, par exemple, de la manière suivie par M. Schwarz à l'endroit cité.

» Nous avons vu que l'équation (6) est celle d'une surface minima, si λ a les valeurs

$$\frac{\vartheta_2(u)}{\vartheta_1(u)}, \quad \frac{\vartheta(u)}{\vartheta_1(u)}, \quad \frac{\vartheta(u)}{\vartheta_2(u)},$$

et si le module a une valeur convenable. Cela nous conduit à examiner si peut-être *chaque quotient de deux fonctions ϑ substitué au lieu de λ suffit analytiquement à la condition de courbure moyenne nulle pour certaines valeurs du module.* C'est ce qui a lieu en effet. Cependant les équations correspondantes ne fournissent pas de surfaces réelles nouvelles. En effet, on sait bien que les deux surfaces considérées sont les seules surfaces mi-

---

(1) A ce qu'il paraît, on n'a pas encore remarqué que la surface adjointe de la surface discutée par M. Neovius (Helsingfors, 1883) *contient les mêmes droites* que la surface adjointe de la surface de M. Schwarz. Mais la surface adjointe de M. Neovius ne s'exprime pas par une équation du premier degré en λ, μ, ν; par conséquent, les équations données sont véritablement les équations des surfaces considérées.

nima réelles possédant la symétrie de l'octaèdre, dont l'équation soit du premier ordre en λ, μ, ν; donc les équations en question fournissent les mêmes surfaces ou des surfaces imaginaires.

» Enfin, j'ajoute qu'en posant

$$\lambda(u) = \frac{\vartheta(u)}{\vartheta_2(u)}, \qquad k = \frac{1}{2}, \qquad \text{const.} = -\frac{k'}{k},$$

l'équation (6) donne deux surfaces comme la première, situées symétriquement par rapport aux plans des cubes. Cette valeur de λ correspond à la forme spéciale de la différentielle elliptique donnée par M. Cayley (¹). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les spirales harmoniques.* Note de M. **L. Raffy**, présentée par M. Darboux.

« Nous nous proposons de déterminer tous les éléments linéaires qui conviennent à la fois à des surfaces spirales et à des surfaces harmoniques. Tel est, par exemple, celui-ci

(I) $$ds^2 = (au^m - bv^m)(du^2 + dv^2).$$

» En effet, M. Maurice Levy a établi (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 788) cette proposition importante : *Tout élément linéaire homogène, de degré autre que* — 2, *appartient à une infinité de spirales.* Du précédent on déduit, en faisant croître ou décroître m indéfiniment, ces deux autres éléments linéaires

(II) $$ds^2 = (e^{au} - e^{bv})(du^2 + dv^2),$$
(III) $$ds^2 = (\log au - \log bv)(du^2 + dv^2),$$

qui conviennent aussi à des spirales harmoniques. Mais on ne peut affirmer d'avance qu'il n'y en ait pas d'autres. J'ai recherché ces éléments linéaires par une méthode propre à les donner tous, et à distinguer ceux qui sont doublement harmoniques de ceux qui ne le sont pas.

» A cet effet, je résous complètement, pour le cas des spirales, l'équation différentielle indéterminée qui exprime que l'élément linéaire $e^{\omega} dx\, dy$ acquiert la forme harmonique par le changement de variables

$$dx' = \frac{dx}{\sqrt{X}}, \qquad dy' = \frac{dy}{\sqrt{Y}}.$$

(¹) Voir *Quarterly Journ. of Math.*, t. XIV, p. 190.

» Cette équation, qui a été donnée par M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. II, p. 209), peut s'écrire ainsi

$$(1)\quad F \equiv 2X(\omega''_{x^2} + \omega'^2_x) - 2Y(\omega''_{y^2} + \omega'^2_y) + 3X'\omega'_x - 3Y'\omega'_y + X'' - Y'' = 0.$$

» Nous lui adjoignons l'équation dérivée

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} F''_{xy} \equiv {} & 2X(\omega''_{x^2} + \omega'^2_x)''_{xy} - 2Y(\omega''_{y^2} + \omega'^2_y)''_{xy} + 3(X'' - Y'')\omega''_{xy} \\ & + X'(4\omega'_x\omega''_{xy} + 5\omega'''_{x^2y}) - Y'(4\omega'_x\omega''_{xy} + 5\omega'''_{xy^2}) = 0, \end{aligned} \right.$$

qui ne se réduit à une identité que quand $\omega''_{xy} = 0$ (surfaces développables). Cette équation ne se confond avec la première que quand les surfaces considérées ont leur courbure totale constante. Ces cas particuliers exclus, on peut éliminer $X'' - Y''$ entre les équations (1) et (2); d'où une équation

$$(3)\qquad AX - BY + CX' - DY' = 0,$$

qu'on différentie par rapport à x et à y. Entre les deux relations ainsi obtenues et l'équation (1), éliminons X'' et Y''; nous trouvons un résultat de la forme

$$(4)\qquad A_1X - B_1Y + C_1X' - D_1Y' = 0.$$

» Le système (3) et (4) fait connaître X' et Y', quand son déterminant n'est pas nul. La condition $CD_1 - DC_1 = 0$ exprime que les surfaces d'élément linéaire $e^{\omega}dx\,dy$ ont leurs lignes d'égale courbure parallèles; or j'ai établi, dans une Note récente (p. 424 de ce Volume), que *toute surface harmonique, dont les lignes d'égale courbure sont parallèles, est applicable sur une surface de révolution*.

» L'analyse que je viens de résumer est générale et convient à tout élément linéaire $e^{\omega}dx\,dy$.

» Donnons maintenant à ω la forme propre aux spirales

$$\omega = -i(x-y) + \int T(t)\,dt, \qquad t = x + y.$$

» La courbure totale ne pourra être constante sans être nulle. Laissant donc les développables de côté, nous pouvons former les équations (3) et (4); elles seront résolubles si les spirales ne sont pas applicables sur des surfaces de révolution. Or l'élément linéaire des spirales jouissant de cette propriété a été déterminé par M. S. Lie (*Mathem. Annalen*, t. XX); il rentre dans le type (I) pour $b = 0$, $m + 2 \neq 0$, et n'est doublement harmonique que quand $m = 1$.

» Remarquons que, en raison de la forme de ω, tous les coefficients de l'équation (1) et des suivantes dépendent seulement de t; du système (3) et (4) nous tirerons

$$(5)\qquad X' = T_1 X + T_2 Y, \qquad Y' = T_3 X + T_4 Y,$$

les quatre fonctions T_i ne dépendant que de t. Ces deux équations indéterminées admettent deux systèmes de solutions communes et deux seulement, savoir :

$$(6)\qquad \left\{ \begin{array}{l} X = (Ax + \alpha)e^{cx}, \qquad Y = (Bx + \beta)e^{-cy}, \\ \dfrac{T_1 - c}{AB} = \dfrac{T_2}{A^2 e^{ct}} = \dfrac{T_3}{B^2 e^{-ct}} = \dfrac{T_4 + c}{AB} = \dfrac{1}{ABt + A\beta + B\alpha}; \end{array} \right.$$

$$(7)\qquad \left\{ \begin{array}{ll} X = le^{2rx} + A e^{2hx}, & Y = me^{-2ry} + B e^{-2hy}, \\ \Delta T_1 = Blre^{(r-h)t} - Amhe^{-(r-h)t}, & \Delta T_3 = - Bm(r-h)e^{-(r+h)t}, \\ \Delta T_2 = - Al(r-h)\, e^{(r+h)t}, & \Delta T_4 = - Blhe^{(r-h)t} + Amre^{-(r-h)t}, \\ \multicolumn{2}{c}{\Delta = Ble^{(r-h)t} - Ame^{-(r-h)t},} \end{array} \right.$$

où toutes les lettres désignent des constantes arbitraires ($r - h \neq 0$). Il reste à substituer ces expressions de X et de Y dans l'équation (1), qui, pour les spirales, s'écrit

$$\begin{gathered} 2(X - Y)T' + 2X(T - i)^2 - 2Y(T + i)^2 \\ + 3X'(T - i) - 3Y'(T + i) + X'' - Y'' = 0. \end{gathered}$$

On reconnaît ainsi que les solutions (6) ne conviennent que dans deux cas : 1° quand X et Y sont constants, ce qui conduit à l'élément linéaire (II); 2° quand $X = e^{2nix}$, $Y = e^{-2niy}$, d'où l'équation de Riccati

$$T' + T^2 + (3n - 2)T \cot nt - (n - 1)(2n - 1) = 0,$$

qui admet la solution $T = (1 - n)\cot\frac{nt}{2}$. Elle donne, quand $n - 1$ est différent de zéro, l'élément linéaire (I); quand n est égal à 1, l'élément linéaire (III).

» Quant aux solutions (7), j'ai pu démontrer qu'elles ne conviennent que quand on prend $X = e^{3ix} + A$, $Y = 9A$, ce qui donne l'élément linéaire

$$ds^2 = e^{-i(x-y)}\, e^{-\frac{5i}{4}(x+y)} \cos\frac{3(x+y)}{4}\, dx\, dy,$$

qui rentre dans le type (II). Étant le seul qui acquière la forme harmo-

nique par deux transformations différentes, il est le seul qui soit doublement harmonique.

» Ainsi les formules (1), (2), (3) fournissent tous les éléments linéaires répondant à notre question. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Compatibilité des lois de la dispersion et de la double réfraction.* Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. Poincaré.

« 1. Dans un Mémoire récent [1] j'ai discuté l'excellente théorie de M. Poincaré pour la réflexion de la lumière sur les corps transparents. Cette théorie me paraît irréprochable, parce qu'elle ne renferme aucune hypothèse arbitraire. Elle m'a fourni, en faveur du système découvert par M. Sarrau, un argument qu'il me paraît difficile de refuser. D'autre part, dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [2], je suis arrivé à cette conclusion que *tous les systèmes proposés jusqu'ici, sauf celui de M. Sarrau, conduisent à des incompatibilités entre les lois de la double réfraction et celles de la dispersion.* Mais j'ai considéré seulement les termes de dispersion de Briot. Il importe de montrer que les autres termes aussi n'apportent aucune perturbation aux lois de la double réfraction monochromatique dans l'unique système non rejeté encore, autrement on pourrait craindre qu'il doive être rejeté à son tour. Cela conduirait à chercher une nouvelle théorie des phénomènes lumineux.

» Ce problème, que j'ai posé à la fin de ma précédente Note, est difficilement abordable dans la théorie de M. Sarrau; mais cette théorie est équivalente, comme on va le voir, à celle qu'on peut déduire de la théorie de Helmholtz sur la dispersion anomale des milieux isotropes [3].

» 2. Pour simplifier les écritures, je suppose d'abord que le milieu est pourvu de trois plans de symétrie que je prends pour plans coordonnés; de plus je me borne aux équations de Helmholtz simplifiées que M. Poincaré a adoptées [4] dans une de ses expositions de la théorie de M. Boussinesq. Les termes conservés représentent justement la partie de la disper-

(1) *Journal de Physique,* 2e série, t. X; février 1891.
(2) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 431; 1891.
(3) *An. Pog.,* Bd. 154; 1875. — *Journal de Physique,* t. IV, p. 216.
(4) POINCARÉ, *Théorie mathématique de la lumière,* p. 211. — *Notations : t* est le

sion négligée dans ma précédente Note. J'expliquerai ensuite pourquoi ces deux restrictions ne sont pas nécessaires à la conclusion. Les équations qui régissent les vibrations simultanées de l'éther et de la matière pondérale sont

$$(1)\quad \begin{cases} \rho \dfrac{d^2\xi}{dt^2} = \Delta\xi - \dfrac{d\Theta}{dx} + a(\xi_1 - \xi), & \rho_1 \dfrac{d^2\xi_1}{dt^2} = a(\xi - \xi_1), \\ \rho \dfrac{d^2\eta}{dt^2} = \Delta\eta - \dfrac{d\Theta}{dy} + b(\eta_1 - \eta), & \rho_1 \dfrac{d^2\eta_1}{dt^2} = b(\eta - \eta_1), \\ \rho \dfrac{d^2\zeta}{dt^2} = \Delta\zeta - \dfrac{d\Theta}{dz} + c(\zeta_1 - \zeta), & \rho_1 \dfrac{d^2\zeta_1}{dt^2} = c(\zeta - \zeta_1). \end{cases}$$

» Une intégrale particulière de ces équations est donnée par les formules

$$(2)\quad \begin{cases} \xi = \mathrm{L}\sin \mathrm{P}, & \xi_1 = \mathrm{L}_1 \sin \mathrm{P}, \\ \eta = \mathrm{M}\sin \mathrm{P}, & \eta_1 = \mathrm{M}_1 \sin \mathrm{P}, \\ \zeta = \mathrm{N}\sin \mathrm{P}, & \zeta_1 = \mathrm{N}_1 \sin \mathrm{P}, \end{cases} \qquad \mathrm{P} = 2\pi\left(\frac{\alpha x + \beta y + \gamma z}{l} - \frac{t}{\mathrm{T}}\right).$$

» Elle représente un mouvement vibratoire de période T, qui se propage par ondes planes, dont les cosinus directeurs sont α, β, γ. En portant ces valeurs dans les équations (1), on obtient deux groupes de trois équations. J'écris seulement celles qui proviennent de la première ligne des équations (1), savoir

$$(3)\quad -\frac{4\pi^2}{\mathrm{T}^2}\rho \mathrm{L} = -\frac{4\pi^2}{l^2}[\mathrm{L} - \alpha(\alpha \mathrm{L} + \beta \mathrm{M} + \gamma \mathrm{N})] + a(\mathrm{L}_1 - \mathrm{L}),$$

$$(4)\quad -\frac{4\pi^2}{\mathrm{T}^2}\rho_1 \mathrm{L}_1 = a(\mathrm{L} - \mathrm{L}_1).$$

» Je porte dans l'équation (3) la valeur de L_1 tirée de l'équation (4); puis, dans l'équation obtenue, j'isole le terme en $\frac{1}{l^2}$. Il vient

$$(5)\quad -\frac{4\pi^2}{\mathrm{T}^2}\left[\rho + \frac{a\rho_1}{a - \frac{4\pi^2}{\mathrm{T}^2}\rho_1}\right]\mathrm{L} = -\frac{4\pi^2}{l^2}[\mathrm{L} - \alpha(\alpha \mathrm{L} + \beta \mathrm{M} + \gamma \mathrm{N})].$$

» La deuxième et la troisième ligne des équations (1) donnent de même

---

temps; ξ, η, ζ l'élongation de la molécule d'éther; ξ_1, η_1, ζ_1 celle de la molécule pondérale au point x, y, z; a, b, c sont des constantes.

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}, \qquad \Theta = \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z}.$$

deux autres équations de condition qui lient les inconnues L, M, N, l aux données α, β, γ variables avec la direction de l'onde plane. Les coefficients

$$(6)\quad A=\rho+\frac{a\rho_1}{a-\frac{4\pi^2}{T^2}\rho_1},\qquad B=\rho+\frac{b\rho_1}{b-\frac{4\pi^2}{T^2}\rho_1},\qquad C=\rho+\frac{c\rho_1}{c-\frac{4\pi^2}{T^2}\rho_1},$$

qui figurent aux premiers membres du groupe (5), ne dépendent que de la période T; *ils sont constants pour une raie spectrale donnée.*

» On reconnaît alors le système d'équations de M. Sarrau. Ainsi, *la dispersion n'apporte aucun trouble aux lois de la double réfraction monochromatique.*

» 3. Levons maintenant les restrictions du calcul. Si, avec Helmholtz, on introduit dans les trois lignes du second groupe des équations (1) respectivement des termes en ξ_1, η_1, ζ_1, rien n'est changé au mode de calcul. Il en est de même si l'on ajoute dans les deux groupes des termes qui contiennent ξ, η, ζ, ξ_1, η_1, ζ_1 et les dérivées paires de ces quantités par rapport à t. Ces changements n'ont pour effet que de changer les expressions (6) de A, B, C en fonction de T. Si maintenant on cesse de supposer que le milieu est doué de trois plans de symétrie, le calcul n'est guère abordable que par les quaternions. On arrive à la même conclusion. Seulement, les fonctions linéaires qui figurent dans les équations (1) complétées n'ont plus nécessairement les mêmes *axes*. Quand on résout par rapport au vecteur qui contient en facteur $\frac{1}{l^2}$, pour avoir l'équation vectorielle correspondante à l'équation (5), ces fonctions linéaires se combinent dans le premier membre. Les coefficients de ces combinaisons dépendant de T, la fonction résultante aura ses *axes* variables avec T. Cela explique le phénomène appelé *dispersion des axes d'élasticité optique*.

» Le problème de la compatibilité des lois de la dispersion et de la double réfraction est entièrement résolu par la théorie que je viens d'exposer. »

PHYSIQUE. — *Aimantations longitudinales et transversales superposées.* Note de M. C. DECHARME.

« Je demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques lignes à la Communication que j'ai eu l'honneur de lui adresser sur l'aimantation transversale [1].

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 18 août 1890, t. CXI, p. 340.

» M. Jamin a constaté expérimentalement que deux aimantations (longitudinales) de polarités inverses pouvaient se superposer sur la même lame d'acier, se neutraliser, se dominer, sans se détruire. Après avoir constaté qu'un phénomène semblable a lieu pour deux aimantations *transversales* de polarités contraires, j'ai cherché sous quelle forme se présenterait le spectre magnétique de deux aimantations *longitudinale* et *transversale*, pratiquées successivement sur la même lame d'acier. Ici la neutralisation proprement dite n'est pas possible, les forces agissantes n'étant plus directement opposées, mais perpendiculaires l'une à l'autre.

» Après avoir aimanté *longitudinalement* une lame d'acier (de 100^{mm} de longueur, de 28^{mm} de largeur et 3^{mm} d'épaisseur) et obtenu son spectre ordinaire bien connu, si l'on aimante cette même pièce *transversalement*, par l'une des méthodes que j'ai indiquées dans une Note précédente, il pourra arriver, selon l'énergie relative des forces inductives et le nombre des passes, que les deux aimantations se montrent simultanément, plus ou moins complètes, dans le *spectre mixte* que donne cette double opération, ou que l'aimantation première longitudinale disparaisse, pour laisser place entière à l'aimantation transversale, dernière venue. Dans ce cas, il y a simplement superposition des deux aimantations; car, en pratiquant quelques passes longitudinales, on fait réapparaître le spectre primitif : le magnétisme longitudinal développé en second lieu, venant s'ajouter à celui qui a été produit d'abord, forme une somme supérieure au magnétisme transversal, qui se trouve ainsi éclipsé.

» On peut de même, par quelques nouvelles passes d'aimantation transversale, faire dominer celle-ci à son tour dans le spectre mixte et continuer ainsi alternativement. Mais, à mesure que ces alternances se multiplient, les couches magnétiques s'accroissent de plus en plus et tendent vers la saturation. C'est alors qu'il suffit d'une faible passe de l'une des aimantations, pour faire prédominer son spectre. Il y a là une sorte d'équilibre instable, que la moindre force additionnelle vient troubler. C'est comme un *point critique*, en deçà et au delà duquel toute passe nouvelle de l'une des deux aimantations entraîne la prédominance du spectre correspondant avec sa forme caractéristique. C'est pour cette raison qu'il est difficile de réaliser un spectre mixte où les deux sortes d'aimantations se montrent avec une égale intensité. On y parvient cependant, avec quelques soins, comme le montrent les deux figures que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie.

» On pourrait de même faire intervenir, dans le phénomène de superposition, d'autres modes d'aimantation, comme celui que j'ai désigné sous

le nom d'*aimantation circulaire*, ou celui qu'on pourrait appeler *aimantation hélicoïdale*, puis combiner ces aimantations 2 à 2, 3 à 3 et l'on obtiendrait encore des spectes mixtes, accusant la présence de ces aimantations superposées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les manganites de soude hydratés*. Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« J'ai montré, il y a quelques années, que le manganate de soude, chauffé en présence du chlorure de sodium, donne naissance à des manganites divers, et notamment au composé $12MnO^2, NaO$ (¹). Je signalais, en outre, la formation d'autres produits moins riches en manganèse et d'une composition variable. A la suite de mes travaux postérieurs sur les ferrites et les platinates alcalins hydratés, j'ai été conduit à soupçonner la présence d'une certaine quantité d'eau de cristallisation dans ces manganites. De nouvelles recherches ont confirmé cette supposition. J'ai constaté ainsi que ces composés perdent presque toute leur eau de cristallisation au-dessous de 200°, sans décomposition apparente. De là les divergences entre les analyses, suivant les températures différentes auxquelles ces hydrates avaient été desséchés. A la suite de ces observations, j'ai repris l'étude de la dissociation du manganate de soude, à laquelle je joins aujourd'hui mes expériences relatives à la décomposition du permanganate de soude à basse température.

» *Décomposition du permanganate de soude*. — Le permanganate de potasse, chauffé à 200°, se dédouble d'abord en manganate alcalin et en bioxyde de manganèse. Sous l'action prolongée de la chaleur, l'acide manganeux formé réagit à son tour sur le manganate qu'il transforme en manganite de potasse et alcali libre (²). La décomposition du permanganate de soude s'accomplit suivant un mécanisme pareil, à la température d'environ 300°. Elle est complète après six heures de chauffe. L'eau bouillante sépare de la masse, fortement alcaline, une matière brune amorphe qui correspond probablement au bioxyde de manganèse colloïdal de M. Gorgeu. On obtient finalement, après des lixiviations répétées, de petits cristaux microscopiques noirs, du manganite de soude hydraté $8MnO^2, NaO, 5HO$.

» Ce composé perd 4 équivalents d'eau entre 150° et 180°, et le dernier équivalent vers 250°. Ainsi déshydraté, il reste inaltéré à 440° dans le bain de soufre. Au rouge sombre il commence à se polymériser en perdant de la soude.

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 261.

(²) G. Rousseau, *Comptes rendus*, t. CIV, p. 786.

» *Dissociation du manganate de soude.* — Dans mes premières expériences, j'avais préparé le manganate de soude en chauffant au rouge le bioxyde de manganèse avec de la soude et de l'azotate de soude. J'ai préféré, depuis, former le manganate alcalin en chauffant avec précaution, dans un creuset de platine, 3gr de permanganate de soude cristallisé avec 4gr de soude caustique additionnée d'une petite quantité d'eau. Dès que l'effervescence, due au dégagement de l'oxygène, avait cessé, on incorporait à la masse une quantité déterminée de chlorure de sodium, et on chauffait le tout, dans le creuset découvert, à des températures qu'on a fait varier systématiquement depuis le rouge sombre jusqu'au rouge blanc.

» Les analyses ont porté sur 33 échantillons distincts, obtenus dans tout l'intervalle compris entre ces deux limites.

» 1° La masse manganique, additionnée de 5gr de sel marin, a été d'abord chauffée au bec Bunsen, dont on augmentait progressivement la flamme d'une expérience à l'autre. Au rouge très sombre il s'est formé des composés renfermant 8,74 et 8,09 pour 100 d'eau. Ce sont là des mélanges, car leur teneur en eau varie rapidement à mesure que la température s'élève; on a obtenu ainsi successivement des composés renfermant 7,61, 6,96, 6,57, 6,43, 6,29 pour 100 d'eau, et tendant vers une limite fixe correspondant à un minimum voisin de 6 pour 100.

» On réalise à coup sûr la formation de ce nouvel hydrate, en maintenant le creuset pendant quatre ou cinq heures à la température la plus élevée du bec Bunsen. La matière se transporte vers la moitié supérieure du creuset où elle forme un anneau ne renfermant presque plus trace de manganate. La masse reprise par l'eau donne de belles aiguilles noires soyeuses de l'hydrate $12MnO^2, NaO, 4HO$.

» Cet hydrate perd toute son eau entre 130° et 170°. Chauffé pendant quatre heures au rouge orange il se condense graduellement avec séparation de la majeure partie de la soude; mais il ne se transforme pas en oxyde salin comme les manganites de potasse. Le produit renferme 69,33 pour 100 de Mn au lieu de 72,05 pour 100, comme l'exige la formule Mn^3O^4.

» 2° On a ensuite porté la masse manganique, additionnée de 10gr de NaCl, sur le four Forquignon (dispositif n° 2). Le creuset reposait sur l'anneau de platine, mais on réglait les orifices d'admission de l'air et du gaz de façon à ne pas dépasser le rouge cerise clair. On obtient ainsi, vers la température de fusion du cuivre, un anneau qui cède à l'eau des lamelles rhomboïdales d'un nouvel hydrate $16MnO^2, NaO, 8HO$.

» Ce composé perd 7 équivalents d'eau entre 150° et 180°, et le dernier équivalent vers 250cal. L'analyse du produit déshydraté confirme la formule précédente.

» 3° En chauffant le mélange précédent au même dispositif, avec une flamme courte, mais de façon à atteindre le rouge orange, on obtient en une heure un anneau qui se rassemble vers le bord supérieur du creuset. Le manganite formé dans ces conditions cristallise en petits prismes courts, dont la composition est exactement la même que celle du produit de la calcination du permanganate à 300cal.

» 4° Enfin, si l'on chauffe le creuset au dispositif n° 1 du four Forquignon, de façon à le porter rapidement au rouge blanc, on recueille des aiguilles noires de $12MnO^2, NaO, 4HO$, identiques comme aspect et comme composition chimique avec celles qu'on obtient au bec Bunsen vers 800°.

» En résumé, quand on chauffe le manganate de soude depuis 300°

jusqu'au rouge blanc, il subit une série de curieuses métamorphoses. C'est d'abord l'hydrate $8MnO^2, NaO, 5HO$ qui prend naissance. A partir d'environ 500°, ce produit tend à se polymériser, et à 800° il se change en l'hydrate $12MnO^2, NaO, 4HO$. Vers 1000°, on voit apparaître un composé encore plus complexe $16MnO^2NaO, 8HO$; puis, entre 1200° et 1300°, on retombe sur le manganite $8MnO^2, NaO, 5HO$ primitivement formé à 300°. Enfin, au rouge blanc, c'est l'hydrate $12MnO^2MnO, 4HO$ qui reparaît, comme s'il tendait à se reproduire un nouveau cycle parallèle au précédent ([1]). J'avais déjà signalé des variations analogues dans la condensation de la molécule des manganites alcalino-terreux; mais ces composés étaient anhydres. D'autre part, les ferrites et les platinates alcalins hydratés que j'ai découverts ne forment pas de cycles dans leurs changements successifs. La réunion de ces deux ordres de phénomènes dans un même groupe de composés constitue un fait nouveau, sur lequel je prends la liberté d'attirer l'attention des chimistes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la transformation du pyrophosphite de soude en phosphite acide* ([2]). Note de M. L. AMAT, présentée par M. Troost.

» Dans une Note précédente ([3]), on a montré que les dissolutions de pyrophosphite de soude ne se conservent pas indéfiniment, car, dans ces conditions, le pyrophosphite s'hydrate et donne du phosphite acide de soude

$$H^2P^2O^5Na^2 + H^2O = 2(HPO^3NaH).$$

» Le présent travail a pour but l'étude des lois qui régissent cette transformation.

» Si l'on veut avoir, à un moment donné, la composition d'une dissolution de pyrophosphite de soude en voie de transformation, il suffit de verser dans un volume donné de la dissolution un volume φ de soude capable de produire la neutralité à la phtaléine et de calculer ou de déterminer la valeur limite de $\varphi = l$ qui correspondrait à une transformation complète. Le liquide contient une quantité de phosphite acide de soude équivalente à φ et une quantité de pyrophosphite équivalente à $l - \varphi$.

» On peut calculer l connaissant le poids de pyrophosphite contenu dans la dissolution primitive, ou bien déterminer expérimentalement cette quantité en provoquant, par un acide et à l'ébullition, la transformation complète du pyrophosphite.

([1]) En réalité, il s'agit là de la température du bain liquide, où le manganate de soude reste indécomposé. L'anneau où se forme le manganite est situé dans des régions plus froides dont il est difficile d'évaluer exactement la température.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

([3]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1066.

Transformation en liqueur neutre au méthylorange.

» I. *Influence du temps.* — Dans chaque expérience on a opéré sur 20cc d'une dissolution contenant 95gr,283 de pyrophosphite de soude par litre.

» Température : 0°.

» x = durée de l'expérience en heures.

» φ volume en centimètres cubes de soude à 1 molécule (NaOH) par litre, pour atteindre la neutralité à la phtaléine.

» l = limite de φ = 20cc,05.

x.	φ trouvé.	$l-\varphi$.	$\frac{1}{x}\log\frac{l-\varphi_0}{l-\varphi} = k\log e$.	φ calculé.
	cc	cc		cc
0	0,4	19,65	»	[0,4]
71,5	1,50	18,55	0,000350	1,45
166	2,85	17,20	0,000350	2,75
326	4,75	15,30	0,000333	4,75
524	6,80	13,25	0,000327	6,90
744	8,95	11,10	0,000334	[8,95]
958	11,25	8,80	0,000364	10,55
1060	11,95	8,10	0,000363	11,35
1294	13,50	6,55	0,000369	12,80

» Si l'on admet que la vitesse de transformation est à chaque instant proportionnelle à la quantité de matière transformable ([1]), qu'elle est indépendante de l'état de dilution de la liqueur et que les produits formés (ici le phosphite acide de soude) n'interviennent pas dans cette transformation, on trouve, φ_0 étant la valeur de φ au commencement de l'expérience,

$$\log\frac{l-\varphi_0}{l-\varphi} = kx\log e.$$

$\frac{1}{x}\log\frac{l-\varphi_0}{l-\varphi}$ doit donc être une constante.

» Dans l'avant-dernière colonne du Tableau précédent, on a calculé, pour chaque expérience, la valeur de $k\log e$ correspondante ; la dernière colonne donne les valeurs de φ en admettant que k soit une constante. On voit d'après cela que la loi précédente, que l'on rencontre aussi dans l'étude de l'hydratation de l'acide métaphosphorique ([2]), représente les faits d'une manière suffisamment approchée.

» II. *Influence de la dilution.* Dans chaque expérience on a opéré sur 20cc d'une

---

([1]) Berthelot, *Revue scientifique*, 1865.

([2]) Sabatier, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVIII.

dissolution de pyrophosphite de soude contenant $95^{gr},283$ de sel par litre. Ces 20^{cc} ont été additionnés d'eau de manière à obtenir un volume total V.

Durée de l'expérience....... 526^{h}
Température.............. 0°

l = limite de $\varphi = 20^{cc},05$ de soude à 1 molécule par litre.
φ_0 = valeur de φ au commencement de l'expérience $= 0^{cc},4$.

V.	φ.	$l-\varphi$.	$\log \frac{l-\varphi_0}{l-\varphi}$.
cc	cc	cc	
20..........	6,80	13,25	0,171
40..........	4,85	15,20	0,111
80..........	3,30	16,75	0,071
160..........	2,60	17,45	0,052
320..........	1,95	18,10	0,036
640..........	1,45	18,60	0,024

» Ce Tableau montre donc que la transformation est d'autant plus rapide que la dissolution est plus concentrée.

» Il semble, d'après cela, que dans la première série d'expériences, on aurait dû constater, dans la vitesse de transformation, un ralentissement manifesté par une diminution de la valeur de k, la dissolution devenant avec le temps de moins en moins concentrée en pyrophosphite.

» L'expérience, au contraire, indique que la vitesse de transformation est telle que k est une constante. Le phosphite acide qui prend naissance dans la dissolution, produit une action accélératrice qui compense le ralentissement dû à la dilution. On peut constater, en effet, que l'addition de phosphite acide de soude à une dissolution de pyrophosphite accélère l'hydratation de ce dernier corps.

» *Transformation du pyrophosphite de soude sous l'influence d'un acide* (*liqueur acide au méthylorange*). Sous l'influence d'un acide la transformation du pyrophosphite de soude est considérablement accélérée, car cet acide tend à mettre en liberté l'acide pyrophosphoreux qui se transforme rapidement en acide phosphoreux.

» I. *Influence du temps.* — 1° Dans chaque expérience, on a opéré sur 20^{cc} d'une dissolution contenant $94^{gr},75$ par litre, additionnés de 20^{cc} d'acide sulfurique à $\frac{1}{200}$ de molécule par litre; 20^{cc} d'acide sulfurique $= 0^{cc},9$ de soude à $0^{mol},564$ (NaOH) par litre.

» $\varphi + 0^{cc},9$ = volume de soude employé pour atteindre la neutralité à la phtaléine.

» Température : 0°.

» l = limite de $\varphi = 35^{cc},35$.

» x = durée de l'expérience en heures.

x.	φ.	$l = \varphi$.	$\frac{1}{x}\log\frac{l-\varphi_0}{l-\varphi} = k\log e$.
h	cc	cc	
0,0	3,6	31,75	»
28,5	6,55	28,8	0,00149
55,5	8,95	26,4	0,00144
96,5	12,05	23,3	0,00145
196,5	17,5	17,85	0,00127
262,5	20,2	15,15	0,00122

» 2° Dans chaque expérience, on a opéré sur 20^cc d'une dissolution contenant 93^gr,13 de pyrophosphite par litre; ces 20^cc ont été additionnés de 10^cc d'acide sulfurique, équivalant à 10^cc,7 de soude à 0^mol,4415 par litre.

» $\varphi + 10,7$ = volume de soude (0^mol,4415) pour atteindre la neutralité à la phtaléine.

» Température : 21°.

» l = limite de $\varphi = 44^{cc},4$.

» x = durée de l'expérience en minutes.

x.	φ.	$l - \varphi$.	$\frac{1}{x}\log\frac{l-\varphi_0}{l-\varphi} = k\log e$.
cc	cc	cc	
0.	2,1	42,3	»
10	12,7	31,7	0,0125
17	16,9	27,5	0,0110
28	21,85	22,55	0,0098
50	28,2	16,2	0,0083
80	33,7	10,7	0,0075
155	39,2	5,2	0,0059

» La dernière colonne des Tableaux précédents montre que k diminue d'une manière continue, et que la formule $\log\frac{l-\varphi_0}{l-\varphi} = kx\log e$ ne peut représenter que grossièrement les résultats, et cela d'autant plus que la quantité d'acide est plus grande. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le silicibromoforme.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« On sait que l'acide bromhydrique exerce sur le silicium une action parallèle à celle qu'exerce l'acide chlorhydrique; mais le silicibromoforme n'avait pas été isolé à l'état de pureté : c'est ce corps que je me suis proposé d'isoler.

» J'ai fait réagir HBr bien sec sur le silicium cristallisé à une tempéra-

ture inférieure au rouge, et j'ai séparé par fractionnement, du produit brut de la réaction, formé en majeure partie de bromure de silicium bouillant à 153°, un liquide distillant de 109°-111°. Sa composition répond à la formule Si^2HBr^3; l'hydrogène a été dosé à l'état gazeux, par la décomposition au contact de la potasse, qui fournit un volume d'hydrogène double de celui renfermé, d'après l'équation

$$Si^2HBr^3 + 5KO,HO = Si^2O^4, 2KO + 3KBr + 4HO + 2H.$$

» La quantité de silicibromoforme obtenue ne dépasse pas 5 pour 100 du produit brut de la réaction, même dans les conditions les plus favorables, température la plus basse possible et courant gazeux rapide.

» Dans les résidus d'une préparation qui, ayant duré plusieurs jours, a nécessité la suspension de l'opération et la rentrée de l'air dans l'appareil, j'ai constaté l'existence d'un corps solide, cristallisé en paillettes jaunes, volatil au rouge vif dans un courant d'azote, décomposable par l'eau avec formation d'HBr et de silice; je considère ce corps comme un oxybromure de Si. Je me propose d'en reprendre l'étude.

» Le silicibromoforme est un liquide incolore distillant, sans décomposition, de 109°—111° dans un gaz inerte; il ne se solidifie pas à — 60°. Il est très difficile à manier, car il fume abondamment, puis s'enflamme spontanément à l'air; la vapeur forme avec l'air des mélanges détonants : aussi faut-il le distiller dans un gaz inerte; il est décomposable par l'eau, par les alcalis avec violence.

» Le gaz ammoniac sec réagit très énergiquement sur le silicibromoforme et, si l'on ne modère pas la réaction, le dégagement de chaleur est accompagné d'un phénomène lumineux. Le produit blanc ainsi obtenu renferme du silicium, de l'hydrogène, du brome et de l'ammoniaque, mais ne présente pas de composition définie, même si l'on opère à basse température; il semble être le mélange d'un composé défini avec les produits en quantité variable de sa décomposition. Je ferai la même remarque sur l'action du gaz ammoniac, sur le silicichloroforme Si^2HCl^3 qui ne m'a pas fourni de produit défini.

» L'hydrogène phosphoré PH^3 ne se combine pas avec le silicibromoforme sous l'action du froid jusqu'à — 40°; mais si l'on comprime dans le tube de l'appareil Cailletet PH^3 en présence d'une petite quantité de Si^2HBr^3, on voit celui-ci se transformer à + 15°, et sous une pression voisine de 25^{atm}, en un corps solide blanc qui persiste quelque temps quand la compression cesse; si on enlève le tube, on constate une diminution

notable du volume gazeux, et si on l'ouvre rapidement et qu'on en chasse le gaz par un courant d'acide carbonique sec, on constate que le corps solide disparaît peu à peu en même temps qu'il y a mise en liberté d'hydrogène phosphoré.

» Si l'on comprime de même PH^3 en présence d'une petite quantité de silicichloroforme, on voit apparaître à $+15°$, sous une pression de 40^{atm}, des cristaux isolés qui grossissent rapidement, si l'on maintient la pression; mais ils disparaissent rapidement dès que la pression diminue à la même température; à 0° ils se forment sous 25^{atm}; enfin, à $-22°$, ils apparaissent sous 20^{atm} de pression et ne tardent pas à envahir la majeure partie du liquide; mais, même à cette température, la pression est nécessaire pour les conserver. Le silicichloroforme dont j'ai fait usage est un liquide bouillant rigoureusement à $+34°$ et ne se solidifiant pas à $-60°$. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique de quelques dérivés alcalins de l'érythrite.* Note de M. DE FORCRAND.

« Dans une précédente Communication j'ai fait connaître trois érythrates alcalins hydratés, et deux érythrates anhydres, dont les formules sont

$C^8H^{10}O^8, NaO, 3HO$ ou $C^8H^9NaO^8, 4HO$
$C^8H^{10}O^8, NaO$ ou $C^8H^9NaO^8, HO$
$C^8H^{10}O^8, KO$ ou $C^8H^9KO^8, HO$
$C^8H^9NaO^8$
$C^8H^9KO^8$

» La chaleur de dissolution de ces composés dans 4^{lit} d'eau, entre 8° et 10°, est

	Cal
Pour le premier	−6,57
Pour le deuxième	−1,06
Pour le troisième	−4,35
Pour le quatrième	+0,53
Pour le cinquième	−1,23

» D'autre part, on a, pour la neutralisation à équivalents égaux,

De l'érythrite par la soude (4^{lit})	$+0^{Cal},69$
De l'érythrite par la potasse (4^{lit})	$+0^{Cal},708$

» Connaissant en outre les chaleurs de dissolution de l'érythrite, de la

soude et de la potasse anhydres et hydratées, et la chaleur de fusion de l'eau, on peut déduire des nombres précédents la valeur thermique des réactions suivantes :

	Cal
$C^8H^{10}O^8$ sol. + NaO sol. = $C^8H^9NaO^8$ sol. + HO sol.	+23,255
$C^8H^{10}O^8$ sol. + $NaHO^2$ sol. = $C^8H^9NaO^8$ sol. + H^2O^2 sol.	+ 6,25
$C^8H^9NaO^8$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^8H^{10}O^8$ sol. + $NaHO^2$ sol.	— 4,82
$C^8H^{10}O^8$ sol. + NaO sol. = $C^8H^9NaO^8$, HO sol.	+24,13
$C^8H^9NaO^8$, HO sol. + $4HO$ liq. = $C^8H^9NaO^8$, $4HO$ sol.	+ 5,51
$C^8H^9NaO^8$, HO sol. + $3HO$ sol. = $C^8H^9NaO^8$, $4HO$ sol.	+ 3,365
$C^8H^9NaO^8$ sol. + HO liq. = $C^8H^9NaO^8$, HO sol	+ 1,59
$C^8H^9NaO^8$ sol. + HO sol. = C^8H^9NaO, HO^8 sol.	+ 0,875
$C^8H^9NaO^8$ sol. + $4HO$ liq. = $C^8H^9NaO^8$, $4HO$ sol.	+ 7,10
$C^8H^9NaO^8$ sol. + $4HO$ sol. = $C^8H^9NaO^8$, $4HO$ sol.	+ 4,24
$C^8H^{10}O^8$ sol. + Na sol. = $C^8H^9NaO^8$ sol. + H gaz	+38,14
$C^8H^{10}O^8$ sol. + KO sol. = $C^8H^9KO^8$ sol. + HO sol.	+31,235
$C^8H^{10}O^8$ sol. + KHO^2 sol. = $C^8H^9KO^8$ sol. + H^2O^2 sol.	+10,71
$C^8H^9KO^8$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^8H^{10}O^8$ sol. + KHO^2 sol.	— 9,28
$C^8H^{10}O^8$ sol. + KO sol. = $C^8H^9KO^8$, HO sol.	+33,64
$C^8H^9KO^8$ sol. + HO liq. = $C^8H^9KO^8$, HO sol	+ 3,12
$C^8H^9KO^8$ sol. + HO sol. = $C^8H^9KO^8$, HO sol.	+ 2,405
$C^8H^{10}O^8$ sol. + K sol. = $C^8H^9KO^8$ sol. + H gaz	+44,62

» Enfin, on peut calculer la chaleur de formation des deux érythrates anhydres à partir des éléments, celle de l'érythrite étant connue depuis les déterminations de MM. Berthelot et Matignon [1] (+ 219^{Cal},6). On trouve ainsi

C^8 diam. + H^9 gaz + Na sol. + O^8 gaz = $C^8H^9NaO^8$ sol.	+257^{Cal},67
C^8 diam. + H^9 gaz + K sol. + O^8 gaz = $C^8H^9KO^8$ sol.	+264^{Cal},22

» Ces valeurs permettent notamment de fixer la formule des érythrates hydratés.

» En effet, la réaction

$C^8H^{10}O^8$ sol. + NaO sol. = $C^8H^9NaO^8$, HO sol. ou $C^8H^{10}O^8$, NaO sol. dégage +24^{Cal},13.

» Ce nombre est beaucoup trop élevé pour une simple addition de $C^8H^{10}O^8$ et NaO. On connaît quelques composés d'addition de ce genre, par exemple, $2C^2H^4O^2, 3BaO$, qui se forme avec un dégagement de chaleur de + 10^{Cal},42 seulement pour 1 équivalent de BaO, et les propriétés de ce corps font penser qu'il est exceptionnellement élevé et qu'il ne peut

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 11; 1890.

être dépassé. Le nombre + 24,13 correspond donc à une réaction plus profonde

$$C^8H^{10}O^8 \text{ sol.} + NaO \text{ sol.} = C^8H^9NaO^8, HO \text{ sol.}$$

c'est-à-dire à une substitution du sodium à l'hydrogène, une élimination de 1 équivalent d'eau, qui peut, suivant la température, ou être séparé ou former un hydrate.

» De même, la réaction

$C^8H^2NaO^8, HO$ sol. ou $C^8H^{10}O^8, NaO$ sol.
$= HO$ sol. $+ C^8H^9NaO^8$ sol. absorbe seulement... $-0^{Cal},875$

quantité tout à fait comparable à celle qui correspond à la déshydratation d'un grand nombre de sels monohydratés. Si la formule du composé primitif était $C^8H^{10}O^8, NaO$, cette réaction, d'après les analogies, devrait dégager de la chaleur.

» Enfin, de même que la fixation de HO sol. sur $C^8H^9NaO^8$ dégage $+0^{Cal},875$, l'addition de 4HO sol. à $C^8H^9NaO^8$ dégage $+4^{Cal},24$, soit $+1^{Cal},06$ par équivalent d'eau, nombre très voisin de +0,875, comme il arrive pour les degrés successifs d'hydratation d'un grand nombre de sels.

» Le même raisonnement montre que l'action de $C^8H^{10}O^8$ sol. sur KO sol. donne bien le composé $C^8H^9KO^8, HO$ sol. et non pas $C^8H^{10}O^8, KO$ sol.; cette réaction dégage $+33^{Cal},64$.

» De même :

$C^8H^9KO^8, HO$ sol. $= HO$ sol. $+ C^8H^9KO^8$ sol. absorbe ..... $-2^{Cal},405$;

elle serait exothermique à partir du $C^8H^{10}O^8KO$.

» Les formules des trois érythrates hydratés sont donc

$$C^8H^9NaO^8, 4HO; \quad C^8H^9O^8, HO; \quad C^8H^9KO^8, HO;$$

et non pas

$$C^8H^{10}O^8, NaO, 3HO; \quad C^8H^{10}O^8, NaO; \quad C^8H^{10}O^8, KO.$$

» Remarquons encore qu'à partir des éléments les chaleurs de formation des alcoolates augmentent régulièrement avec le degré d'atomicité. On a, pour les dérivés sodiques,

	Cal
$C^2H^3NaO^2$	+ 95,22
$C^4H^5NaO^4$	+ 150,82
$C^6H^7NaO^6$	+ 209,41
$C^8H^9NaO^8$	+ 257,67

» Pour les dérivés du potassium, les nombres correspondants sont constamment plus élevés et augmentent de la même manière. »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons ammoniacales du cyanure de mercure.* Note de M. **Raoul Varet.**

« I. *Bromocyanure de mercure et de cuivre.* — Dans une solution aqueuse de bromure cuivrique, on fait passer un courant de gaz ammoniac; il y a d'abord formation d'un précipité vert qui se redissout, puis précipitation de cristaux bleus : c'est du bromure de cuivre ammoniacal. Ces cristaux et leur eau-mère sont ajoutés à une solution de cyanure de mercure dans l'ammoniaque, que l'on chauffe vers 30°, en agitant jusqu'à ce que la dissolution soit complète. La liqueur obtenue, filtrée et abandonnée dans un endroit froid, laisse déposer de petits cristaux bleus, brillants, durs, qui, séchés entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$Hg^2Cy^2, CuBr, 2AzH^3.$$

» C'est un corps peu altérable à l'air. Peu soluble dans l'ammoniaque, décomposable par l'eau. On peut le chauffer quelques heures à 100°, sans qu'il s'altère notablement. On voit que l'action du bromure cuivrique sur le cyanure de mercure dissous dans l'ammoniaque est bien différente de celle qu'il exerce sur le cyanure dissous dans l'eau seulement. Dans ce dernier cas, si la température est supérieure à 20°, il y a, comme je l'ai montré (*Comptes rendus,* t. CX, p. 147) mise en liberté de cyanogène et formation du corps $Hg^2Cy^2.Cu^2Cy.HgBr$; à une température voisine de 0°, on obtient des hydrates des composés $Hg^2Cy^2.CuBr$ et $Hg^2Cy^2Cu^2Br^2$. En présence d'ammoniaque, même à 30°, il n'y a pas mise en liberté de cyanogène, ni par conséquent formation de dérivés ammoniacaux du corps $Hg^2Cy^2.Cu^2Cy.HgBr$. Je n'ai pas réussi non plus à obtenir de combinaisons ammoniacales du corps $Hg^2Cy^2Cu^2Br^2$.

» II. *Bromocyanures de mercure et de cadmium.* — On projette par petites quantités le composé $Hg^2Cy^2.Cd^2Br^2.3HO$ finement pulvérisé, dans de l'ammoniaque aqueuse chauffée vers 40° dans un vase très résistant et bouchant parfaitement. La dissolution est assez lente, aussi faut-il agiter fortement. Quand la liqueur est saturée, on la filtre encore chaude, et on l'abandonne dans un endroit dont la température doit être inférieure à 10°. On obtient des petits cristaux blancs qui, séchés entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$Hg^2Cy^2.CdBr.2AzH^3.2HO.$$

» C'est un corps peu soluble dans l'ammoniaque, décomposable par l'eau; il s'effleurit à l'air. Chauffé à 100°, il se déshydrate complètement sans perdre d'ammoniaque, en donnant une poudre blanche qui répond à la formule

$$Hg^2Cy^2.CdBr.2AzH^3.$$

» On voit que, sous l'influence de l'ammoniaque, le composé $Hg^2Cy^2.Cd^2Br^2.3HO$ a perdu la moitié de son bromure de cadmium.

» III. *Iodocyanure de mercure et de cadmium.* — De l'iodure de cadmium est traité par de l'ammoniaque aqueuse, en quantité insuffisante pour le dissoudre. La bouillie blanche ainsi obtenue est ajoutée par petites quantités à une solution ammoniacale de cyanure de mercure chauffée vers 40°, jusqu'à cessation de la dissolution. La liqueur filtrée abandonne, par refroidissement, de petits cristaux blancs que l'on sèche très rapidement entre des doubles de papier. Ils répondent à la formule

$$HgCy.CdCy.HgI.2AzH^3.$$

» C'est un corps très altérable à l'air. Traité par l'acide chlorhydrique, il est décomposé; il y a dégagement d'acide cyanhydrique, précipitation d'iodure mercurique, et il reste dans la liqueur du chlorure de cadmium, du cyanure de mercure et du chlorhydrate d'ammoniaque. Chauffé dans un petit tube à une température bien inférieure à celle de la décomposition du cyanure de mercure, il dégage de l'ammoniaque et il y a sublimation de HgI.

» IV. *Chlorocyanure de mercure et de cadmium.* — Il existe des combinaisons ammoniacales du cyanure de mercure avec le chlorure de cadmium, mais je n'ai pas réussi à déterminer les conditions dans lesquelles ces corps prennent naissance sans être mêlés à d'autres produits.

» V. *Chlorocyanure de mercure et de nickel.* — Il ne paraît pas exister de combinaisons ammoniacales du cyanure de mercure avec le chlorure de nickel. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation de la fécule par l'action du ferment butyrique.* Note de M. **A. Villiers.**

« J'ai montré dernièrement (*Comptes rendus*, février 1891, p. 435) que la fécule de pomme de terre peut, dans des conditions déterminées, fermenter sous l'action du *Bacillus amylobacter*, les produits principaux de cette fermentation étant constitués par des dextrines.

» Il se forme en même temps, mais en très petite quantité, soit environ 3^{gr} pour 1000 de fécule, un hydrate de carbone qui se sépare en beaux cristaux radiés, au bout de quelques semaines, dans l'alcool ayant servi à la précipitation des dextrines. Ces cristaux renferment de l'eau et de l'alcool de cristallisation, la proportion de ce dernier étant très faible, environ 4 pour 100. Au contact de l'air, ils deviennent opaques, en perdant de l'alcool et absorbant de l'eau, sans que leur poids varie d'une manière notable. En les dissolvant dans une assez grande quantité d'eau chaude, on obtient, par refroidissement, de petits cristaux brillants, inaltérables à l'air, dont la composition est représentée par un multiple de la formule

$$C^{12}H^{10}O^{10} + 3HO.$$

La substance desséchée est très avide d'eau, et reprend au contact de l'air ses trois équivalents, l'absorption étant terminée au bout de un à deux jours, et le poids restant alors invariable. Cette hydratation est assez rapide pour qu'on ne puisse peser la substance sèche au contact de l'air.

» Quant aux cristaux formés dans l'alcool, leur composition répond à la formule

$$(C^{12}H^{10}O^{10})^6.C^4H^6O^2.10HO.$$

» Je donnerai ultérieurement les propriétés de ce nouvel hydrate de carbone, que je propose de désigner sous le nom de *cellulosine*, propriétés qui le différencient très nettement des diverses saccharines. J'indiquerai seulement aujourd'hui les caractères suivants :

» Cristaux blancs, d'une saveur à peine sucrée.

» La solubilité dans l'eau à la température ordinaire est très faible, ce qui ne m'a pas permis de déterminer le poids moléculaire par la méthode cryoscopique (100^{cc} d'eau à 15° ne dissolvent que $1^{gr},3$ de matière sèche). Cette solubilité augmente avec la température (à 70°, 100^{cc} dissolvent 15 à 16^{gr}).

» Son pouvoir rotatoire est fort élevé ; il est même supérieur à celui de certaines dextrines qui se forment sous l'action du ferment butyrique. Rapporté à la matière déshydratée, il est égal à

$$\alpha_D = +159°,42,$$

valeur qu'il acquiert aussitôt après la dissolution.

» Soumis à l'action de la chaleur, il résiste sans fondre aux températures comprises dans l'échelle thermométrique. Si l'on continue à le chauffer, il noircit en se boursouflant.

» Il n'est pas fermentescible et ne réduit pas la liqueur cupropotassique.

» Les acides minéraux dilués le transforment complètement, à l'ébullition, en glucose. Cette transformation est très lente, et exige, pour être complète, environ vingt-quatre heures d'ébullition, c'est-à-dire un temps beaucoup plus considérable que la fécule et les dextrines.

» Il est sans action sur la phénylhydrazine.

» Je me suis assuré qu'il ne préexiste pas dans la fécule, et constitue bien, avec l'acide butyrique, un des produits secondaires de la fermentation de cette dernière, sous l'action du ferment butyrique.

» Je signalerai enfin un dernier produit secondaire, qui se forme simultanément. La fermentation de la fécule étant terminée, il reste un résidu insoluble, dont la proportion n'est pas constante (en moyenne 5 pour 100 de fécule), formé de flocons blancs, amorphes, volumineux, qui, après dessiccation, s'agglutinent entre eux. Ce résidu a la composition de la cellulose, ainsi que j'ai pu le constater par sa combustion, après l'avoir dé-

barrassé, par un lavage à l'eau acidulée, des dextrines et des sels contenus dans l'eau. Il est transformé en glucose par les acides minéraux étendus bouillants; mais cette transformation ne se produit qu'avec une lenteur extrême.

» De même que la fécule de pomme de terre, les divers amidons et fécules fermentent, dans les mêmes conditions, sous l'action du ferment butyrique. Les produits résultants ne paraissent pas toujours identiques; avec un de ces amidons, j'ai pu obtenir deux cellulosines cristallisées distinctes; les dextrines ne sont pas non plus semblables dans tous les cas. Mais je me réserve de donner ultérieurement les résultats de cette étude, ceux que j'ai déjà obtenus indiquant la non-identité de la matière amylacée des divers amidons et des diverses fécules. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Les lésions histologiques de la peau dans la rougeole.* Note de M. **Catrin**, présentée par M. Larrey.

« Je ne connais sur ce sujet qu'un Mémoire, celui de Neumann, paru en 1882. La faible léthalité de la rougeole, et l'époque tardive à laquelle ont lieu les décès, dus le plus ordinairement à des complications, expliquent cette pénurie des recherches.

» J'ai pu observer un homme mort au troisième jour, d'une rougeole boutonneuse, ce qui m'a permis de constater des lésions spéciales non encore décrites.

» La lésion principale consiste en des phlyctènes d'un ordre spécial. En outre, on constate une accumulation de boules de substance colloïde dans la zone périnucléaire ou endoplastique des cellules du corps de Malpighi. Enfin autour des phlyctènes, au-dessous d'elles, à la périphérie des vaisseaux de distribution, des canaux des glandes sudoripares, des glandes elles-mêmes et des follicules pileux, existe une infiltration lymphatique plus ou moins abondante.

» De la combinaison des lésions hyperémiques et diapédétiques du derme, et de la formation des boules colloïdes, résulte la production des phlyctènes. Il faut donc étudier : 1° la formation des boules colloïdes; 2° celle des lignes de nécrose par coagulation; 3° les phlyctènes elles-mêmes.

» 1° *Formation des boules.* — Çà et là, et d'une façon plus ou moins dis-

crète ou confluente, on trouve des cellules du corps de Malpighi, présentant dans leur zone endoplastique, non pas un liquide se colorant en bleu pâle, mais un globe d'une substance réfringente à éclat gras. Ce globe refoule le noyau ou parfois l'entoure. Dans d'autres cellules, on trouve plusieurs de ces boules, constituant des masses mûriformes, refoulant à leur périphérie l'exoplasme et ne tardant pas à le rompre.

» 2° *Lignes de nécrose par coagulation*. — Soit en plein corps muqueux, soit au voisinage du derme, on trouve des lignes qu'occupe un magma constitué par un mélange de boules colloïdes, de globules blancs, de cellules du corps de Malpighi plus ou moins altérées, et enfin de filaments de fibrine donnant à ce magma l'aspect fibrillaire. Selon que ce magma est plus ou moins profondément situé, il donne lieu à une phlyctène superficielle ou profonde.

» 3° *Étude des phlyctènes*. — La lésion que nous désignons sous ce nom est absolument différente de ce qu'on entend par ce terme en dermatologie. Il y a, comme dans les phlyctènes vraies, clivement de l'ectoderme; mais le contenu de la phlyctène est, non plus liquide, mais solide, ou, tout au plus, mou, constitué par le magma décrit dans les lignes de nécrose par coagulation. L'espace développé est tantôt complètement rempli par le magma, ou bien, au-dessus et au-dessous de lui, on voit une zone claire occupée probablement pendant la vie par du liquide et des globules blancs. L'infiltration lymphatique est surtout abondante au pourtour de la phlyctène, bien plus qu'au-dessus et au-dessus d'elle. La plupart du temps, au dessus d'une phlyctène profonde, il existe un décollement des couches épidermiques sur les limites du corps de Malpighi.

» Cette altération de l'épiderme constituera, on le comprend, à la fin du processus, la production d'une série de points faibles au niveau de l'ectoderme, ce qui explique les deux modes de desquamation de la rougeole par furfurs, s'il y a peu de phlyctènes, par lambeaux s'il y en a beaucoup.

» La conjugaison des lésions hyperémiques et de l'altération colloïde des celludes constitue les lésions typiques du tégument dans la rougeole boutonneuse. »

BOTANIQUE. — *Sur l'existence des « sphères attractives » dans les cellules végétales*. Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« En étudiant chez les Animaux les phénomènes de division nucléaire qui se manifestent dans l'œuf au moment de la fécondation et plus tard

dans les tissus embryonnaires, on a remarqué dans la cellule, en dehors du noyau, un élément spécial, différencié dans le protoplasme sous la forme d'une petite masse sphéroïdale à structure radiaire, qu'on désigne sous le nom de *sphère attractive*. Le centre de cette figure radiaire est occupé par un corpuscule particulier ou centrosome, plus colorable que le reste du protoplasme. Pendant les diverses phases de la division du noyau, on observe deux sphères attractives, qui deviennent les centres de formation des asters apparaissant aux deux pôles du fuseau nucléaire. En même temps que deux nouveaux noyaux prennent naissance, la sphère attractive qui correspond à chacun d'eux se dédouble en deux nouvelles sphères, dont le rôle ultérieur sera le même.

» Ces faits, aperçus en partie par les premiers auteurs qui se sont occupés de la division cellulaire, ont reçu leur interprétation exacte à la suite des recherches de M. E. Van Beneden et de M. Boveri sur l'*Ascaris megalocephala*. D'autres observateurs, et en particulier MM. Vialleton, Garnault, Vejdowski, ont constaté des faits analogues chez divers Invertébrés. L'an dernier, M. Henneguy a reconnu, dans les cellules embryonnaires de la Truite, la présence de deux sphères attractives pourvues de leur centrosome, au voisinage de chaque noyau à l'état de repos.

» Toutefois, dans les cellules animales autres que celles dont il vient d'être question, et en dehors des phases de la division cellulaire, les sphères attractives n'avaient pas encore été mises nettement en évidence avant les récentes observations de M. Flemming. Ce savant vient de les trouver ([1]), avec leur centrosome, dans les cellules au repos de l'épithélium pulmonaire et de l'endothélium péritonéal des larves de Salamandre; mais, comme il n'en a vu le plus souvent qu'une seule dans les leucocytes du même animal, où leur recherche est beaucoup plus facile, il est porté à croire que, dans la période de repos complet, il peut n'exister dans la cellule qu'une seule sphère attractive, dont le dédoublement n'aurait lieu qu'au moment de la division du noyau.

» Ces observations m'engagent à ne pas différer plus longtemps la publication des résultats qui m'ont été fournis par les plantes, à l'aide d'une technique qui sera exposée dans un travail plus détaillé.

» Jusqu'ici, en effet, la présence des sphères attractives dans les cellules végétales a complètement échappé à l'observation. M. Strasburger a bien

---

([1]) W. Flemming, *Attraktionssphären und Centralkörper in Gewebszellen und Wanderzellen* (*Anat. Anzeiger*, 14 février 1891).

aperçu, au début de la division, chez le *Galanthus nivalis,* des stries protoplasmiques se dirigeant vers le noyau encore pourvu de sa membrane d'enveloppe et partant de deux points opposés correspondant aux deux pôles du fuseau futur; mais il n'a rien vu de comparable aux sphères attractives. En 1884 et 1885, j'ai de même indiqué et représenté, dans le sac embryonnaire des *Lilium,* les figures radiaires que j'avais observées aux pôles du fuseau nucléaire, sans avoir pu, toutefois, mettre en évidence les sphères attractives avec leur centrosome.

» J'ai réussi depuis à en constater la présence, aussi bien pendant la division que pendant l'état de repos complet, dans les cellules mères primordiales et définitives du pollen (*Lilium, Fritillaria, Listera, Najas*); dans la cellule mère du sac embryonnaire, dont le noyau reste pendant un temps relativement assez long à l'état de repos; dans les cellules de l'appareil sexuel femelle dérivé de ce noyau; dans l'albumen de diverses plantes; dans le microsporange de l'*Isoetes* et le sporange des Fougères (*Polypodium, Asplenium*), avant et pendant la formation des spores.

» Les phénomènes sont partout essentiellement les mêmes. Quand le noyau est à l'état de repos, on aperçoit à son contact, et très rapprochées l'une de l'autre, deux très petites sphères formées d'un centrosome entouré d'une aréole transparente autour de laquelle se trouve un cercle granuleux. Les stries radiaires n'apparaissent nettement qu'au moment où le noyau commence à entrer en division. Les deux sphères s'éloignent alors l'une de l'autre pour aller se placer en deux points opposés, correspondant aux pôles du fuseau futur. Puis, des stries plus marquées s'avancent de ces points vers le noyau encore pourvu de son enveloppe, ce qui montre, conformément à l'opinion soutenue par M. Strasburger et par moi, que le fuseau a son origine dans le protoplasme.

» Lorsque les deux moitiés de la plaque nucléaire se sont séparées à l'équateur du fuseau et qu'elles se transportent aux pôles, le centrosome se dédouble dans chaque sphère en deux nouveaux centrosomes, qui sont l'origine, à chaque pôle, de deux nouvelles sphères attractives, lesquelles occupent la dépression qu'on remarque souvent sur la face externe des nouveaux noyaux. Parfois même il existe une légère dépression correspondant à chaque sphère. Les deux sphères se forment ainsi à chacun des pôles, avant que les jeunes noyaux ne soient pourvus de leur membrane.

» Après que le noyau est entré dans l'état de repos, les deux sphères avec leur centrosome restent situées côte à côte, soit au contact, soit à une faible distance du noyau, jusqu'à ce qu'une nouvelle division commence

à se manifester dans la cellule. Par suite, l'existence de deux sphères attractives, même dans l'état de repos complet, me paraît être un fait général.

» Quant à leur origine dans l'œuf, les zoologistes n'ont pas encore pu la préciser. M. E. van Beneden les voit apparaître simultanément, sans savoir d'où elles proviennent; pour M. Boveri, il est probable que, chez l'*Ascaris*, c'est le spermatozoïde qui apporte dans l'œuf un centrosome qui se diviserait pour donner les deux sphères attractives; M. Vejdowski croit même avoir constaté le fait dans le *Rynchelmis*.

» A en juger par ce qui se passe chez les plantes, il semble qu'il doive en être autrement. En effet, avant la pénétration du noyau mâle, j'ai observé les deux petites sphères au contact du noyau de l'oosphère, qui provient, comme on sait, du noyau primitif du sac embryonnaire. La faculté de division de l'œuf n'est donc pas subordonnée, sous ce rapport, à la présence du noyau mâle; l'œuf peut d'ailleurs se diviser, dans certains cas, sans fécondation.

» En résumé, les corps en question qui mériteraient plutôt le nom de *sphères directrices*, puisqu'ils gouvernent la division du noyau, se transmettent sans discontinuité d'une cellule à l'autre pendant toute la vie de la plante. »

BOTANIQUE. — *Sur la classification et l'histoire des* Clusia. Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« Mes recherches sur l'emploi des caractères anatomiques en Taxinomie végétale m'ont déterminé à entreprendre l'étude monographique d'une famille, tant au point de vue de l'Histologie qu'à celui de la Morphologie. Je voulais être en mesure de peser exactement la valeur de tous ces caractères, et de déduire de leur enchevêtrement les véritables affinités et l'histoire chronologique des espèces dans le genre et des genres dans la famille. C'est ainsi qu'est née la monographie des Guttifères, dont j'ai provisoirement consigné les résultats dans deux Volumes de Planches, de Tableaux et de Cartes.

» J'exposerai ici ceux des résultats qui me semblent présenter un intérêt plus général, et je tâcherai de faire bien comprendre la nature et la portée des changements que l'emploi du microscope va introduire dans la Botanique systématique et descriptive.

» Je divise le genre *Clusia* en quatre sous-genres, comprenant 9 sections et 88 espèces :

» I. Thysanoclusia. — Étamines à connectif étroit, à loges allongées, s'ouvrant par une fente longitudinale, rarement pseudo-poricides. Sections : 1. *Anandrogyne*. 2. *Criuva* (*Clusiastrum*, *Criuva* et *Criuvopsis* Planch. et Triana). 3. *Stauroclusia*. 4. *Phloianthera* (*Phloianthera* Planch. et Triana, et *Androstylium* Planch. et Triana, sub titulo generis). 5. *Euclusia*.

» II. Cordyloclusia. — Étamines à filet prolongé en un connectif épais, à deux loges adnées extérieurement au sommet du connectif. Sections : 6. *Cordylandra*. 7. *Retinostemon*.

» III. Omphaloclusia. — Loge de l'anthère en forme de sac ou de tore (anneau) plongé dans le sommet du connectif. Section 8. *Gomphanthera* (*Omphalanthera* et *Gomphanthera* Planch. et Triana).

» IV. Polythecandra (*Polythecandra* Planch. et Triana, sub titulo generis). — Sacs polliniques de l'anthère nombreux, indépendants les uns des autres, sacciformes, insérés au sommet du connectif creusé en coupe. Section 9. *Polythecandra*.

» Cette classification est très différente de celle de Planchon et Triana, quoique la plupart des sections de ces auteurs y soient conservées; elle s'écarte davantage encore de celle qui a été adoptée par Bentham et Hooker. Ce désaccord provient de ce que ces auteurs ignoraient la structure de l'androcée de la section *Phloianthera*, faute de l'avoir examinée au microscope.

» Quant à M. Engler (*Flora brasiliensis*, CII), sa classification n'est pas très éloignée de celle que j'adopte.

» Malgré d'énormes différences morphologiques, il règne chez toutes ces plantes une uniformité surprenante dans la structure du membre variable entre tous, la feuille. Il est vrai qu'on peut fort bien distinguer les espèces les unes des autres, mais les caractères sur lesquels on base ce diagnostic ne sont pas propres à faire partie de la définition scientifique des sections et des sous-familles et, à une seule exception près, ne peuvent même pas séparer le genre *Clusia* des autres genres de la famille des Guttifères. Ceci ne veut pas dire qu'on ne puisse pas distinguer *pratiquement* un *Clusia* parmi les autres représentants de la famille.

» Voici les caractères communs du genre *Clusia* :

» Stomates accompagnés de deux cellules accessoires parallèles à l'ostiole. Cristaux d'oxalate de chaux en oursins, dans le mésophylle et le parenchyme du pétiole. Glandes canaliformes [1] dans le mésophylle et formant un angle aigu avec les nervures latérales, dans le mésophylle et dans le parenchyme des nervures et du pétiole.

---

[1] Je suis obligé de renoncer au terme *canaux sécréteurs* qui est plus usité, et

» Voici maintenant les caractères qui expriment l'adaptation au milieu physique, ou *caractères épharmoniques*.

Poils nuls, stomates nuls à la face supérieure des feuilles. Hypoderme de une à plusieurs assises de cellules, rarement nul au sommet de la feuille. Réservoirs vasiformes médiocrement développés.

» Je sépare ces derniers caractères des premiers parce qu'ils ne sont pas constants dans tous les genres, mes études antérieures m'ayant démontré qu'il existe sous ce rapport trois cas différents : 1° Dans le même genre les caractères épharmoniques sont variables d'une espèce à l'autre ou se trouvent attachés aux subdivisions naturelles du genre : exemple *Capparis*. 2° Les espèces d'un même genre s'adaptent toutes de la même façon à la sécheresse, à l'éclairage, etc., mais certaines d'entre elles ne s'adaptent pas du tout à ces conditions, faute d'occasion ; elles sont négatives : exemple *Garcinia*. 3° Les caractères épharmoniques sont de même nature et complètement développés chez toutes les espèces du genre.

» C'est à la troisième catégorie qu'appartient le genre *Clusia*.

» Nous sommes donc actuellement en présence des faits suivants : 1° Tous les *Clusia* offrent un certain nombre de caractères anatomiques communs, étrangers à l'épharmonisme, et qui doivent purement et simplement figurer dans la définition du genre. 2° Par des caractères empruntés surtout à l'androcée, les *Clusia* se partagent en quatre sous-genres et neuf sections. 3° Tous les *Clusia* sont adaptés *qualitativement* de la même manière à la sécheresse et à l'éclairage (pour ne citer que ces deux facteurs) et les caractères épharmoniques qui en résultent ont partout trouvé leur expression anatomique.

» De ces observations, je déduis les conclusions suivantes :

» 1° A côté des caractères morphologiques, les ancêtres des *Clusia* actuels possédaient déjà un certain nombre de caractères anatomiques qu'ils ont transmis à leurs descendants, puisque toutes les espèces, malgré leur grande diversité morphologique, présentent ces caractères intacts. 2° Ces ancêtres avaient déjà acquis les caractères épharmoniques que nous enregistrons aujourd'hui et les ont transmis à leur descendance, sinon tels que, du moins potentiellement. La réserve que j'observe ici, m'est dictée, d'abord par ce cas isolé d'un *Clusia* dont l'hypoderme n'existe pas partout,

---

qui me paraît une traduction vicieuse de l'allemand *Sekretgänge*, parce que ce qui est générique y est devenu spécifique et inversement, et qu'il n'est pas traduisible en latin.

et plus encore, par les autres, très nombreux, même chez les Guttifères, où certaines espèces seules sont pourvues de ce tissu. Il paraît donc clair que ce qui est transmis par hérédité est moins le caractère épharmonique lui-même que la tendance à le développer lorsque le milieu l'exige. Il en résulte, pour le genre tout entier, des *allures épharmoniques* qui peuvent le faire reconnaître sans entrer rationnellement dans sa définition. 3° Les descendants de la souche *Clusia* ont subi des différenciations morphologiques évidemment postérieures à l'acquisition des autres caractères et qui n'ont pas été accompagnées de nouvelles différenciations épharmoniques, car on ne peut définir anatomiquement ni les sous-genres, ni les sections.

» A partir de ce moment, chaque section a son histoire propre qui doit être étudiée séparément. Je me propose de montrer prochainement, par un exemple, combien cette étude est féconde et quel progrès il en résulte pour la phytographie. »

GÉOLOGIE. — *La craie à baculites du Cotentin, la craie blanche de Meudon et le tuffeau de Maestricht.* Note de M. A. de Grossouvre, présentée par M. Daubrée.

« L'ensemble de la faune du calcaire à baculites du Cotentin indique de grandes analogies avec la craie blanche de Meudon et le tuffeau de Maestricht; si on laisse de côté les bryozoaires, on trouve que la proportion des espèces communes est plus considérable avec Maestricht qu'avec Meudon. On en a conclu que le calcaire à baculites du Cotentin était plus récent que la craie de Meudon et devait être classé dans le sous-étage maestrichtien. L'exactitude de ce résultat est contestable; car, au point de vue stratigraphique, il est impossible de rien conclure de la comparaison des faunes d'assises de facies différents : il faut dans ce cas avoir recours à des considérations d'un autre ordre.

» L'extension progressive et continue des mers crétacées a persisté dans l'Europe septentrionale jusque vers la fin de l'époque sénonienne, et c'est seulement un peu avant le début de la période éocène qu'a commencé à se produire, dans cette région, un mouvement d'émersion. Cette transgressivité des derniers sédiments crétacés s'observe dans la Scandinavie et plus près du Cotentin; la craie d'Irlande en offre un autre exemple. Le petit lambeau du calcaire à baculites du Cotentin est donc un témoin

de cette ancienne extension de la mer crétacée, et comme il se présente avec les caractères d'un dépôt sublittoral, on doit en conclure qu'il correspond au maximum de l'invasion marine de ce côté.

» Il en résulte que la craie à baculites du Cotentin est un sédiment sublittoral, laissé par la mer au centre de laquelle se déposait la craie blanche de Meudon : en d'autres termes, ce sont deux formations contemporaines de facies différents.

» A Maestricht, au-dessus de la craie blanche à *B. mucronata* vient le tuffeau maestrichtien, dont le facies indique un dépôt formé sous des eaux relativement peu profondes et à une distance assez faible des rivages; sa faune présente un caractère tout spécial et ne renferme que peu d'espèces communes avec la craie blanche sous-jacente.

» Si celle-ci peut être placée sur le niveau de la craie de Meudon, cependant on ne peut pas affirmer qu'elle corresponde bien à toute l'épaisseur de cette dernière; car Maestricht se trouvait bien plus près que Paris des rivages de la mer crétacée et, dès lors, il est tout naturel que vers la fin de la période crétacée la craie blanche ait cessé plus tôt de s'y former, quand le mouvement final d'émersion a commencé à se produire : il est donc fort probable que le tuffeau de Maestricht correspond, au moins en partie, au sommet de la craie blanche de Meudon.

» Il semble donc qu'il y a lieu de supprimer de la nomenclature l'étage maestrichtien, qui est seulement un facies particulier des assises supérieures du sénonien, et qu'il convient de ramener l'étage danien aux limites fixées en 1846 par Desor, qui avait pris pour type les calcaires de Faxoe et Saltholin et le calcaire pisolithique de Laversine et Vigny. »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Crâne d'un ours des cavernes, portant les traces d'une blessure faite par une hache en silex.* Extrait d'une Lettre de M. **Wanzel** à M. de Quatrefages.

« 1. Mon opinion est que l'endroit anormal sur la crista est le produit, la suite d'un trauma cicatrisé.

» 2. Que ce trauma a été fait par la main de l'homme, avec une hache en silex qui frappa le crâne de droite à gauche, atteignit le côté droit et intérieur de la crista, le fendit et refoula les osselets brisés un peu au dehors du rebord. La plaie guérit, un calus se fit à cet endroit, tandis que la crête gauche de la crista resta presque intacte.

» 3. Que deux morceaux se détachèrent de la hache, morceaux qui avaient été déjà entamés par un coup antérieur, porté contre un objet plus dur que le crâne velu d'un ours. Ce n'est qu'au coup porté contre ce crâne que ces deux éclats entamés finirent par se détacher complètement. Le plus petit resta engagé dans la plaie, tomba après la mort de l'individu et se perdit. Le plus grand éclat resta aussi dans la plaie, fut retenu par un calus et par des formations fibreuses, tomba aussi après la mort, mais fut retrouvé par les mineurs Prokop et Norotry (qui travaillaient aux fouilles) à côté du crâne même.

» 4. Il faut remarquer que, parmi les milliers d'ossements de l'ours des cavernes, pas une seule autre trace de silex ne fut trouvée dans la même couche. Des haches de silex semblables ont bien été trouvées ailleurs, en Moravie, par exemple dans les gisements de Predmost, sur les hauteurs de Blausko, où cette même espèce de silex est bien connue des gens du pays, qui l'appellent *cornaline*.

» 5. Ce morceau fut donc trouvé tout près du crâne et s'adaptait parfaitement dans le trou de la plaie.

» 6. Si les deux éclats n'avaient pas été fendus à demi par un coup antérieur, le coup sur le crâne aurait produit plus de ravages, mais l'os du crâne n'aurait jamais pu faire éclater une hache en silex intacte.

» 7. Même quand ce morceau de silex n'aurait pas été retrouvé, je suis de l'avis que la cicatrice seule prouverait que la plaie provient d'une hache dont le tranchant est droit mais court. Un simple chute sur une pierre aiguë, sur un corps dur est hors de cause, car, dans ce cas, les deux côtés de la crista auraient été atteints et pas seulement le côté gauche; il n'y aurait pas non plus de trou où le silex restât engagé.

» 8. Un corps étranger s'est encastré dans la plaie; c'est évident, autrement elle se serait fermée et remplie d'un calus.

» 9. Un trauma, une fracture dont les fragments furent refoulés en dehors eut lieu; la cassure qui n'est pas complètement guérie le prouve assez.

» 10. Je pense aussi qu'une sorte d'exostose ou défaut de croissance est inadmissible. »

M. **Fr. Witz** adresse une Note intitulée : « Attraction, force centrifuge, par l'Électrodynamique. »

M. G. Barbey adresse une Note intitulée : « Deux nouveaux dérivés de la résorcine : la camphorésorcine et l'eucalyptorésorcine. »

M. Willot adresse une Note intitulée : « Maladie de la betterave; destruction de l'*Heterodera Schachtii*. »

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

ERRATA.

(Séance du 2 mars 1891.)

Note de M. *Schœnflies*, Sur les surfaces minima :

Page 480, équations (8) et (9), *au lieu de* $x + 4$, *lisez* $x + y$.

Note de M. *Georges Linossier*, Sur une hématine végétale :

Page 490, ligne 10, *au lieu de* $0^m,18$, *lisez* $0^m,10$, et *au lieu de* Gang, *lisez* Gouy.
Même page, ligne 11 en remontant, *au lieu de* $5^\mu,510$, *lisez* $0^\mu,510$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination de la constante de l'aberration;* par MM. Lœwy et Puiseux.

« Dans diverses Communications que nous avons eu l'honneur de faire à l'Académie, nous avons étudié les propriétés importantes d'un appareil imaginé par M. Lœwy, se composant d'un double miroir plan, taillé sur un même bloc de verre en forme de prisme. A l'aide de cet instrument, qui constitue une sorte de compas d'ouverture constante, les variations de distance d'étoiles séparées par un arc étendu sur la sphère céleste peuvent être désormais évaluées avec la même précision que les petits arcs compris dans le champ d'une lunette et accessibles aux mesures micrométriques ordinaires.

» Grâce aux fonds que l'Académie a bien voulu nous accorder, nous avons pu faire construire le nouvel appareil. Confié, pour la partie optique, à MM. Henry et, pour la partie mécanique, à M. Gautier, il a promptement justifié les espérances qu'il avait fait concevoir. Depuis quelque temps déjà nous aurions pu appliquer ce puissant moyen d'investigation à des problèmes qui offrent un haut intérêt pour l'Astronomie ; mais il nous a paru préférable d'établir d'abord en toute rigueur les conditions générales auxquelles il faut avoir égard dans l'usage de l'appareil, et de soumettre les règles trouvées au contrôle de l'expérience. Nous croyons avoir démontré, dans les Notes que nous avons publiées sur ce sujet, que les mesures différentielles obtenues à l'aide du nouvel instrument peuvent être indépendantes de toute constante instrumentale autre que la valeur du tour de vis.

» Le terrain étant ainsi préparé, nous avons entrepris d'aborder par cette voie une recherche dont tous les astronomes sont unanimes à reconnaître l'importance, celle de la constante de l'aberration.

» On sait que les rayons de lumière émis par les étoiles éprouvent en nous parvenant une déviation dont la grandeur et la direction dépendent du mouvement annuel et diurne de la Terre, du mouvement du système solaire par rapport aux étoiles fixes, et du mouvement d'ensemble des étoiles composant avec le Soleil le système de la voie lactée.

» Le dernier élément est demeuré jusqu'à présent inaccessible aux recherches des astronomes, mais on peut en éliminer l'influence en supposant qu'elle existe. Il est possible de tenir compte séparément du mouvement d'ensemble du système solaire et du mouvement diurne. Reste l'aberration annuelle ; on démontre facilement que son effet sur les coordonnées de chaque étoile dépend d'un facteur constant, égal au quotient du demi grand axe de l'orbite terrestre par la vitesse de propagation des ondes lumineuses. Or l'évaluation de ces deux grandeurs est particulièrement délicate et ne saurait encore, à l'heure actuelle, être regardée comme définitive.

» La vitesse de la lumière à la surface de la Terre est, il est vrai, connue d'après les expériences des physiciens avec une précision assez grande ; mais on ne saurait affirmer que la valeur ainsi déterminée convienne, sans changement aucun, à la transmission de la lumière à travers les espaces célestes. D'autre part, l'incertitude relative qui subsiste sur le demi grand axe de l'orbite terrestre ou, ce qui revient au même, sur la parallaxe du Soleil, est des plus sensibles. Il y a trente ans, on admettait encore pour

cet élément une valeur erronée de $\frac{1}{35}$ environ de sa valeur. Depuis, malgré les travaux de Hansen, de Le Verrier, et les nombreuses expéditions scientifiques entreprises par toutes les nations civilisées, l'accord est loin de s'être établi, et l'ignorance où nous sommes de la véritable parallaxe du Soleil constitue un obstacle permanent au progrès de l'Astronomie. M. Tisserand a donné un intéressant résumé des valeurs obtenues jusqu'en 1881 dans un travail inséré au 16e Volume des *Annales de l'Observatoire de Paris*. Notre Confrère arrive à cette conclusion, que la voie indirecte, c'est-à-dire la combinaison des valeurs trouvées pour la vitesse de la lumière et la constante de l'aberration, paraît encore être le moyen le plus sûr de déterminer la parallaxe. Il ne nous semble pas que les travaux parus ultérieurement puissent infirmer en rien cette conclusion. Nous croyons, il est vrai, qu'un critique sévère montrera qu'il subsiste sur la constante de l'aberration une incertitude plus grande que celle qui est généralement admise. Toutefois cet élément, aussi bien que la vitesse de la lumière, est susceptible d'être déterminé avec plus d'exactitude que la parallaxe. Chaque détermination précise des effets de l'aberration annuelle fournit par conséquent une relation importante pour la recherche des deux autres grandeurs fondamentales : la vitesse de propagation de la lumière, et l'échelle vraie des dimensions du système solaire.

» Jusqu'à quel point est-il permis, à l'heure actuelle, de regarder la constante de l'aberration comme bien connue? Il est nécessaire, pour s'en faire une idée exacte, d'entrer dans quelques détails historiques.

» Jusqu'en 1828 on voit les astronomes s'arrêter à divers chiffres compris entre 20″,255 et 20″,708, valeurs proposées respectivement par Delambre et Bessel. A cette époque, Richardson joignit aux éléments mis en œuvre par ses prédécesseurs 4000 observations faites aux cercles muraux de Greenwich. Il trouva comme résultat d'ensemble 20″,446.

» En 1843, W. Struve proposa une valeur presque identique, 20″,445, fondée sur des observations moins nombreuses, mais d'une précision très supérieure, faites dans le premier vertical. Il estime l'erreur probable du résultat à 0″,011. « Je suis persuadé, disait-il, que jusqu'à ce jour aucun » élément astronomique n'a été déterminé avec une précision égale. » Le travail de Struve fut accueilli avec la plus grande faveur et parut devoir rendre inutile, pour bien des années, toute recherche sur le même sujet.

» Toutefois, dans les années qui suivirent, trois de ses collaborateurs, Peters, Lundhal et Lindhagen, soumirent à une discussion minutieuse toutes les observations méridiennes d'étoiles circompolaires, faites à Dorpat et à

Pulkova. De leurs recherches se dégage une valeur un peu plus forte que la précédente. Néanmoins, ces résultats, joints aux déterminations antérieures les plus dignes de confiance, conduisant respectivement aux valeurs moyennes de 20″,45 et 20″,46, sont considérés par eux comme venant à l'appui du chiffre de W. Struve.

» De son côté, le célèbre astronome russe avait continué ses observations dans le premier vertical, en vue de réunir des matériaux pour l'étude de la nutation. Son travail, demeuré incomplet, a été poursuivi sur le même plan par Oom jusqu'en 1862. La discussion de ces mesures, faite par M. Nyren, conduit à une valeur un peu plus faible 20″,43.

» Il convient d'ajouter qu'en 1853 W. Struve lui-même a proposé de porter son nombre à 20″,463 et d'en évaluer l'erreur probable à 0″,017. Les raisons qu'il a données, pour justifier ce changement, n'ont pas, en général, paru concluantes. Il est permis de croire que des considérations étrangères ont influé sur le jugement de W. Struve et que la concordance des valeurs plus fortes données par Peters et Lindhagen a ébranlé la confiance que lui inspirait son premier travail. Les observations de circompolaires faites ultérieurement à Pulkova, par MM. Gyldén, Wagner et Nyren tendent aussi à donner pour la constante de l'aberration une valeur plus élevée, 20″,49 environ.

» Plus tard, de 1879 à 1882, M. Nyren a fait une nouvelle application de la méthode de W. Struve, en s'entourant de toutes les précautions possibles et faisant usage d'un plus grand nombre d'étoiles. Il a trouvé ainsi 20″,540 ou 20″,517, suivant le mode de groupement adopté. Malheureusement, en dépit des soins qui ont été pris, les résultats partiels accusent, au témoignage de l'auteur lui-même, l'influence d'une cause d'erreur systématique, variable avec la saison.

» Plus récemment, en 1885, M. Küstner, à l'Observatoire de Berlin, a trouvé 20″,313 par la méthode de Horrebow et Talcott.

» Entre ces deux derniers nombres, qui représentent l'un et l'autre un travail considérable, exécuté avec beaucoup de soin, l'écart est supérieur à 0″,2, soit près de vingt fois l'erreur probable annoncée par Struve en 1843. Il semble donc que, depuis cette époque, la question a plutôt fait un pas en arrière. Sans entrer dans l'énumération des travaux faits sur le même sujet à Greenwich, au Cap, à Washington et dans d'autres établissements, nous croyons que, de l'ensemble, une remarque générale se dégage :

» Chaque observateur estime, d'après l'accord de ses résultats partiels,

que sa moyenne finale est affectée d'une erreur probable comprise entre 0″,01 et 0″,02. Mais, si l'on compare entre eux des résultats de source différente, que l'on ait changé la méthode, l'instrument ou seulement l'observateur, on voit apparaître des discordances sept à huit fois plus fortes.

» Cette circonstance n'a pas échappé à MM. Nyren et Küstner, et il est impossible de n'en pas conclure avec eux que certaines causes d'erreurs systématiques altèrent encore les résultats.

» Quelles peuvent être ces influences nuisibles? On a successivement accusé une détermination imparfaite de l'état des instruments, certaines lacunes dans la théorie du mouvement de la Terre autour de son centre de gravité, une variation possible dans les latitudes géographiques.

» Toutes ces critiques peuvent être fondées dans une certaine mesure; mais il ne suffit pas, pour y échapper, d'être mis en garde contre elles. Leur source réside, en effet, dans une imperfection réelle et jusqu'à présent inévitable, soit de nos connaissances théoriques, soit des moyens matériels mis à notre disposition. Quelque soin que l'on apporte dans l'installation et l'emploi d'une lunette astronomique, on ne pourra jamais affirmer que les valeurs déduites pour les constantes instrumentales sont rigoureusement exactes pour le moment de l'observation. L'ignorance où nous serons toujours de la constitution intérieure de la Terre ne permet pas d'établir une théorie parfaite de son mouvement autour de son centre de gravité. Depuis assez longtemps déjà la possibilité de changements dans la position de la verticale a préoccupé les physiciens. On connaît les intéressantes expériences poursuivies sur ce sujet par M. Antoine d'Abbadie et d'autres savants. En présence du caractère un peu confus et incertain des variations trouvées, les astronomes avaient considéré comme plus sûr de n'y pas avoir égard, et leur réalité avait été tenue pour douteuse. Mais aujourd'hui cette attitude d'abstention systématique n'est plus permise. C'est à une époque toute récente, précisément à la suite d'une tentative faite à l'Observatoire de Berlin pour déterminer à nouveau la constante de l'aberration, que la variabilité des latitudes a paru s'affirmer d'une manière plus positive, et a pris aux yeux d'un certain nombre d'astronomes le caractère d'une vérité démontrée. Tous les travaux anciens, où l'on a traité les latitudes comme constantes, deviennent par là sujets à revision, mais toute tentative pour les corriger de cette cause d'erreur serait prématurée. On peut dire que les applications nouvelles des anciennes méthodes, faites par MM. Nyren et Küstner, avec un soin auquel il est juste de rendre hommage, ont eu pour résultat moins d'ajou-

ter à nos connaissances positives que d'ébranler la confiance qu'inspiraient aux astronomes les recherches antérieures. Heureusement aucun de ces problèmes, dont la solution nous échappe encore, n'est lié d'une manière nécessaire à la recherche des effets de l'aberration. Cette connexion si dangereuse n'est qu'une conséquence du mode d'opération adopté dans le passé. Au contraire, la méthode nouvelle dont nous avons déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie n'est pas seulement affranchie de toute erreur instrumentale, elle est absolument indépendante de toute hypothèse que l'on voudra faire concernant la situation de l'axe du monde dans l'espace et celle de la verticale d'un lieu relativement à l'axe du monde. Ainsi disparaît tout le cortège des constantes instrumentales ou théoriques que les autres méthodes traînent après elles, et qu'elles sont obligées ou de supposer connues, ou de déterminer en même temps que l'inconnue principale, au grand détriment de la précision.

» Les recherches les plus récentes ont donc eu pour résultat de mettre en lumière les avantages de la nouvelle méthode et de rendre une application pratique plus désirable. A un point de vue plus général, on peut dire que tous les procédés employés jusqu'à ce jour pour la recherche de la constante de l'aberration présentent entre eux une certaine affinité. Il était important de s'assurer si, par un changement complet d'instruments et de méthodes, on serait conduit à modifier, d'une manière notable, la valeur numérique précédemment admise.

» Enfin la marche suivie pouvait encore jeter quelque lumière sur une question intéressante de Physique céleste. On admet généralement que la loi de la propagation de la lumière est indépendante du mouvement de la source lumineuse. Les lois de la réflexion restent-elles aussi les mêmes quand la surface réfléchissante est animée d'un mouvement rapide? En d'autres termes, un observateur placé à la surface de la Terre trouvera-t-il la même aberration pour la lumière réfléchie et pour la lumière directe? Il doit en être ainsi, en vertu de considérations développées par notre Confrère M. Fizeau. A l'appui de cette déduction théorique, nous pouvons apporter aujourd'hui le témoignage de l'expérience. Nos observations, faites sur des rayons triplement réfléchis, donnent pour la constante de l'aberration une valeur égale à celle que l'on déduit d'expériences directes.

» Le programme d'observations que nous avions arrêté, et qui s'étend sur environ dix mois, est aujourd'hui rempli presque en entier. Nous ne nous attendions pas à obtenir par cette première épreuve un résultat définitif, jouissant de toute l'exactitude dont la méthode est susceptible. Fixer

dans tous ses détails la marche à suivre pour l'application pratique du nouveau procédé, soumettre à l'épreuve de l'expérience la démonstration de M. Fizeau, reconnaître si la variabilité des latitudes, ou toute autre cause d'erreur systématique, entache d'une manière grave les déterminations anciennes, pouvaient paraître un programme suffisant pour une première année de travail. Une seconde détermination, faite dans des conditions plus rigoureuses, en mettant à profit l'expérience acquise, mènerait sans aucun doute à des conclusions plus précises.

» Cette réserve nous était, d'ailleurs, inspirée par l'exemple de nos devanciers. Toutes les méthodes dont les astronomes font usage ont déjà bien des années d'existence et ne se sont perfectionnées que par une pratique assidue. Bien que le nouveau procédé se recommandât par un caractère particulièrement simple et direct, rien n'autorisait à penser qu'il dût faire exception d'une manière complète à cette règle générale. Quoique à l'heure actuelle la discussion de nos résultats ne soit pas encore terminée, nous croyons pouvoir dire qu'ils ont surpassé notre attente. L'examen spécial auquel nous avons soumis les observations de quatre couples d'étoiles sur dix-huit permet d'énoncer les conclusions suivantes, qui ne seront sans doute pas modifiées par une analyse plus complète :

» 1° Le chiffre 20″,445 proposé par Struve est très rapproché de la vérité. Il serait encore prématuré, à notre avis, de vouloir le modifier;

» 2° Ainsi que l'a prévu M. Fizeau, les rayons réfléchis se comportent, au point de vue de l'aberration, comme les rayons directs;

» 3° La méthode nouvelle pour la recherche de l'aberration peut être regardée comme éprouvée et définitive;

» Dans une prochaine Communication nous donnerons quelques détails sur le procédé suivi, les observations effectuées sur quatre couples d'étoiles et la valeur numérique qui en résulte pour la constante. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre des diélectriques fluides dans un champ électrique*. Note de M. H. Poincaré.

« D'après la théorie de M. von Helmholtz (*Annales de Wiedemann*, t. XIII), lorsqu'un fluide diélectrique est placé dans un champ électrique, il faut dans les équations de l'Hydrostatique introduire des termes complémentaires pour tenir compte de l'action de ce champ.

» Soient

p la pression du fluide;
v son volume spécifique;
K son pouvoir inducteur spécifique;
F l'intensité du champ.

» Supposons que les forces extérieures (autres que celles qui sont dues à l'action du champ) se réduisent à la pesanteur; les équations de Helmholtz s'écriront

$$dp + \frac{g\,dz}{v} + \frac{F^2}{8\pi}dK + d\left(\frac{v}{8\pi}\frac{dK}{dv}F^2\right) = 0.$$

» Il suit de là que

$$\frac{F^2}{8\pi}dK - gz\,d\left(\frac{1}{v}\right)$$

doit être une différentielle exacte. Cette différentielle doit être considérée comme nulle dans l'intérieur d'un même fluide et si la température est constante. En effet, un liquide est incompressible et, par conséquent, $\frac{1}{v}$ et K sont des constantes, car K ne peut dépendre que de v.

» S'il s'agit d'un gaz, $\frac{1}{v}$ peut être regardé comme nul, et K étant sensiblement égal au pouvoir inducteur du vide peut être regardé comme constant.

» Mais si l'on a plusieurs fluides chimiquement différents, notre différentielle sera, au contraire, très grande dans la couche de passage qui les sépare. Cela nous permet d'écrire l'équation de la surface de séparation de deux fluides diélectriques quelconques.

» Soient v_1 et v_2 les volumes spécifiques des deux fluides, K_1 et K_2 leurs pouvoirs inducteurs.

» La force électrique F n'est pas continue et subit un saut brusque quand on franchit la surface de séparation. Soient N_1 la composante normale et T_1 la composante tangentielle de cette force dans le voisinage de la surface de séparation et dans le premier fluide. Soient N_2 et T_2 les mêmes composantes dans le voisinage de la surface de séparation et dans le second fluide. On aura, d'après la théorie classique des diélectriques,

$$T_1 = T_2, \qquad K_1 N_1 = K_2 N_2.$$

» Alors l'équation de la surface de séparation devient

$$\frac{T_1^2}{8\pi}(K_1 - K_2) + \frac{K_1^2 N_1^2}{8\pi}\left(\frac{1}{K_2} - \frac{1}{K_1}\right) - gz\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) = \text{const.}$$

» Il serait curieux de comparer cette forme de l'équation de Helmholtz avec certaines expériences de M. Quincke, qui pourraient, sans doute, s'expliquer ainsi sans qu'on ait à faire intervenir, comme l'on a cherché à le faire, les tensions qui, selon Maxwell, régneraient dans le sens des lignes de force et les pressions qui existeraient perpendiculairement à ces lignes; ces expériences ne pourraient plus alors être regardées comme la démonstration de l'existence réelle de ces tensions et de ces pressions.

» Cette théorie est d'ailleurs incomplète, car il existe peut-être à la surface de séparation de deux diélectriques une différence de potentiel dont il faudrait tenir compte. »

PHYSIQUE. — *Sur les différentes manifestations de la phosphorescence des minéraux sous l'influence de la lumière ou de la chaleur.* Mémoire de M. **Henri Becquerel**. (Extrait.)

« Dans le cours des recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur la phosphorescence, j'ai été conduit à examiner les particularités que présente ce phénomène lorsqu'il est excité soit par la lumière, soit par la chaleur, et à comparer les spectres d'émission des corps sous ces diverses influences.

» Les corps qui se prêtent à ces comparaisons sont peu nombreux; ils doivent être à la fois lumineux dans le phosphoroscope et phosphorescents par la chaleur. Divers échantillons de spath fluor et de leucophane ont rempli ces conditions. L'éclat, généralement très faible, des lueurs phosphorescentes n'a pas permis d'employer une grande dispersion. Les observations ont été faites avec un spectroscope à un seul prisme de flint. Les positions des bandes lumineuses des spectres, rapportées à l'échelle du spectroscope, ont été évaluées en longueurs d'onde, par comparaison avec les positions des principales raies du spectre solaire. Pour l'observation des spectres d'émission avec le phosphoroscope, on amenait simplement la fente du spectroscope près de l'ouverture de l'appareil. Pour les autres observations, on disposait le corps à étudier très près de la fente du spectroscope. S'il s'agissait de l'illuminer par une étincelle électrique, on dis-

posait deux pointes d'aluminium, de sorte que l'étincelle éclatât sur le corps lui-même. Si l'on se proposait d'échauffer le cristal, on le plaçait au fond d'un petit tube en verre, fermé à la lampe, maintenu verticalement près de la fente et au-dessus d'un petit brûleur à gaz.

» Tous les relevés des spectres étaient comparables entre eux; cependant, pour contrôler certaines comparaisons délicates, on a fait usage du prisme réflecteur placé en avant de la fente, et l'on a superposé dans l'appareil deux des spectres à comparer.

» Le Tableau ci-joint donne le relevé des bandes lumineuses observées, avec quelques-uns des cristaux étudiés.

Spectres de phosphorescence (longueurs d'onde approchées, exprimées en millionièmes de millimètre.

Chlorophane verte n° 1.		Fluorine de Titlis.		Fluorine			Chlorophane violette.
Phosphoroscope.	Chaleur.	Phosphoroscope.	Chaleur.	verte (*a*). Chaleur.	violette. Chaleur.	bleue. Chaleur.	Chaleur.
643 trace	643 trace		643 forte	643 forte			
606 faible	606 forte		607 forte	608 forte	605	»	607
592	592		592	590	592	592	de 590
»	»		»	à	583	583	à
573 trace	573 forte		574	572	572	574	568
564 trace	564		562		562		
557 forte		557		557	»	557	
552 forte	de 552 lueur						
549 forte	à faible						549 faible
546 tr. faible	546 tr. forte		546 forte	546 forte		546	
542 tr. forte		542		542 forte		542	542
526 trace			526 tr. forte	526 tr. forte			
510 trace							
497			497	497	497	497	
492 forte	492 forte		à	à	à	à	490
478	478 forte		478	478	478	478	481.
	472 faible						
	457 faible						

» Parmi ces corps, un des plus intéressants est une variété de spath fluor, appelée *chlorophane,* dont le spectre d'émission au phosphoroscope avait été autrefois étudié par mon père [1]. En tournant les disques du phosphoroscope avec des vitesses progressivement croissantes, cette sub-

---

[1] E. Becquerel, *la Lumière, ses causes et ses effets,* p. 334 et suivantes.

stance émet des lueurs de teintes différentes ; elle est d'abord bleu verdâtre pour une rotation très lente, puis devient jaune orangé, et enfin vert clair pour une rotation rapide des disques du phosphoroscope. Ces teintes correspondent à l'apparition, dans le spectre d'émission, de bandes lumineuses ayant des réfrangibilités différentes, et pour lesquelles ce corps a des durées de persistance inégales. Ainsi, pour un mouvement très lent des disques, on observe d'abord, au spectroscope, une lueur continue verte et bleue, dont les longueurs d'onde limites sont environ 543 et 478. Le maximum est compris entre $\lambda = 531$ et $\lambda = 497$. Cette lueur disparaît pour des rotations rapides. On voit ensuite apparaître les bandes 557, 592 et 606, 492-478, puis, la vitesse de rotation augmentant, apparaît une bande $\lambda = 542$, qui devient bientôt la plus brillante de toutes, ainsi que 492-478, qui remplace la bande primitive 531-497. Pour un mouvement très rapide des disques, on voit toutes les bandes inscrites dans le tableau, puis celles-ci s'étalent et on aperçoit, en outre, une lueur continue très faible, de 542 à 510, où elle est brusquement limitée. Les effets observés au phosphoroscope sont les mêmes lorsque le cristal est naturel ou lorsqu'il a été préalablement calciné, et n'est plus phosphorescent par la chaleur.

» On retrouve les mêmes caractères dans l'émission de lumière obtenue en échauffant ce corps, lorsqu'il n'a pas encore été calciné. Il prend des teintes diverses à mesure que la température s'élève; ces lueurs, examinées au spectroscope, donnent des spectres de bandes presque identiques à ceux qu'on observe au phosphoroscope. Dans les premiers moments de l'échauffement du cristal, on voit d'abord apparaître des traces des bandes 573 et 478, puis la lueur verte 531-497, qui se superpose à ces bandes et disparaît bientôt, puis, pour une température convenable, toutes les bandes rapportées plus haut sont visibles. Enfin, lorsque le spectre s'évanouit, les bandes 573 et 478 sont les dernières dont on puisse suivre le plus longtemps la trace. En comparant ce spectre à celui qu'on obtient au phosphoroscope, on reconnaît, d'une manière générale, que les groupes de bandes coïncident, mais l'intensité relative des bandes n'est pas la même. Ainsi la bande 542 du spectre au phosphoroscope n'est pas visible dans le spectre par la chaleur; c'est la bande voisine 546, ainsi que 573, qui sont les plus intenses.

» Lorsqu'on soumet à l'action lumineuse d'une étincelle électrique un fragment de cette chlorophane déjà calciné et qu'on l'examine aussitôt après l'étincelle, on observe les mêmes bandes et surtout la lueur verte 531-497 très intense.

» Le cristal calciné était devenu inactif; l'illumination par l'étincelle l'a rendu de nouveau phosphorescent par la chaleur. Si l'on élève alors la température, il devient beaucoup plus bleu que quand on chauffe un cristal naturel, et émet, avec une vive intensité, la lueur verte 531-478, ainsi que 546-542. La lueur continue présente deux maxima, l'un de 530-510, l'autre de 488 à 480. — Lorsque la température s'élève, le cristal devient blanc jaunâtre et le spectre présente les bandes 546, 573, 592-600 ainsi que 492-478. Au lieu de chauffer le cristal immédiatement après l'action de l'étincelle, on peut attendre plusieurs jours, l'effet est le même. La faculté d'être phosphorescent par la chaleur a été restituée d'une manière permanente.

» Les divers échantillons de spath fluor étudiés n'ont pas tous pu être observés au phosphoroscope. On a donné leur spectre d'émission de phosphorescence par la chaleur. Les résultats sont analogues à ceux qui viennent d'être décrits; des bandes très intenses avec certaines substances sont invisibles avec d'autres. Telle est la bande 526. On jugera de ces variations en jetant un coup d'œil sur le Tableau qui précède.

» Sans décrire ici avec détail les apparences des divers spectres observés, j'indiquerai seulement, pour quelques échantillons intéressants, l'ordre d'apparition des bandes, lorsqu'on échauffe progressivement les cristaux.

» Avec un échantillon de fluorine verte provenant de Titlis, près Engelberg (Saint-Gothard), les bandes 526 et 497-478 se montrent les premières, puis la bande 643 devient très forte, ainsi que 607, 574, 546. Ce spectre disparaît rapidement et il reste deux bandes, 592 et 562, sans doute masquées par les autres au moment du plus vif éclat, et qui persistent encore pendant longtemps. La même substance, sous l'illumination de l'étincelle, donne le même spectre qu'au phosphoroscope, les bandes 542 et 557, ainsi que des traces de 592-574 et 497-478.

» La succession des bandes différentes, lorsque la température s'élève régulièrement, s'observe encore plus nettement avec un échantillon de spath fluor violet, de provenance inconnue. Quand on le chauffe on voit d'abord les bandes 592 et 497-478, puis ces bandes disparaissent et font place à un nouveau spectre, 605, 572 et 562. Comme fait caractéristique, on doit citer l'absence des bandes entre les longueurs d'onde 557 et 526, que présentent tous les autres échantillons.

» Une chlorophane légèrement violette donne des résultats de même nature : on observe d'abord, en l'échauffant, deux bandes diffuses 590-568 et 490-481, puis une lueur verte très intense se manifeste donnant un

spectre continu 549-490; cette lueur disparaît ensuite, laissant apercevoir la bande étroite 542 qui apparaît faiblement.

» Sans multiplier ici ces exemples, j'ajouterai que l'échantillon de leucophane de Brewig (Suède) a donné au phosphoroscope une lueur entre 615-560, et par la chaleur, un spectre formé par deux régions lumineuses, de 649 à 512 et de 488 à 415. Le phénomène est le même qu'avec la fluorine.

» Les comparaisons qui précèdent, bien que s'appliquant à un corps particulier, la fluorine, permettent de formuler les considérations suivantes, dont la portée est plus générale.

» 1° Au phosphoroscope, on reconnaît, comme l'avait observé mon père, qu'un même corps peut émettre plusieurs spectres différents; ces spectres se distinguent entre eux par la durée de la persistance de l'émission lumineuse. Les recherches que j'ai publiées il y a plusieurs années, sur les variations des spectres d'absorption et sur leurs relations avec les spectres de phosphorescence, permettent de conclure que les divers spectres d'un même corps sont dus à la présence dans ce corps de substances différentes, ou de composés différents d'une même substance.

» 2° La lumière de l'étincelle électrique éclatant près des corps provoque la phosphorescence comme la lumière solaire, et les spectres d'émission sont les mêmes. Dans ce cas la durée de la phosphorescence est considérablement augmentée, sans doute en raison de l'intensité des rayons actifs et, peut-être, de la présence de radiations très réfrangibles. La phosphorescence initiale est plus vive, de sorte que la lueur émise par le corps qui s'éteint met plus longtemps à atteindre la limite inférieure d'intensité pour laquelle l'œil perçoit encore une impression lumineuse.

» 3° La chaleur fait rendre aux corps, sous forme lumineuse, une quantité limitée d'énergie. Lorsque cette quantité est épuisée, les corps ne sont plus phosphorescents par la chaleur. Si, par l'action d'une étincelle électrique ou par une exposition à la lumière, on leur redonne l'énergie nécessaire, ils peuvent la rendre de nouveau lorsqu'on les échauffe. A partir du moment où ils ont été soumis à l'action excitatrice de la lumière, les corps phosphorescents, maintenus à une température constante, émettent de la lumière qui cesse d'être perceptible au bout d'un temps plus ou moins long, variant d'une petite fraction de seconde à plusieurs jours, puis le corps s'éteint. Si l'on élève alors la température à un degré qu'on maintient de nouveau constant, le corps devient lumineux, puis s'éteint de nouveau; en élevant encore la température à un degré supérieur, on

fait rendre au corps une nouvelle quantité de lumière, jusqu'à ce qu'on ait ainsi épuisé toute la quantité de lumière qu'il était capable de donner; ainsi, pour une température déterminée, il y a, d'une part, une perte d'énergie plus ou moins rapide par rayonnement lumineux, et, d'autre part, une portion de l'énergie est restée dans le corps à l'état latent, pour être émise à une température supérieure. Cette portion latente de l'énergie emmagasinée dans le corps paraît y rester d'une manière permanente, si ce corps est maintenu à une température égale ou inférieure à la température considérée.

» 4° Les bandes brillantes des spectres émis sous l'influence de la chaleur sont les mêmes qu'au phosphoroscope, mais elles apparaissent avec des intensités relatives différentes. Le phénomène n'est pas en effet le même dans les deux cas. Dans le phosphoroscope, l'intensité dépend de la rapidité d'extinction spontanée du corps pour les rayons considérés, et de la vitesse de rotation de l'appareil. Lorsque la phosphorescence est provoquée par la chaleur, l'intensité de chaque bande dépend de la quantité d'énergie absorbée par la substance particulière qui donne cette bande, et de la rapidité avec laquelle elle l'émet sous l'influence des mouvements vibratoires calorifiques qui correspondent à une température donnée.

» Le phénomène est identique à celui que présentent les sulfures alcalino-terreux. Lorsqu'on les a préalablement illuminés et qu'on vient à les échauffer ou à les soumettre à l'action des radiations infra-rouges du spectre, ces substances rendent alors avec une intensité plus grande et en un temps plus court la quantité de lumière qu'elles auraient rendue en un temps beaucoup plus long et avec une intensité moindre, si elles avaient été maintenues à une température constante et à l'abri de ces radiations. La substance rend en même temps une partie, et parfois la totalité de l'énergie latente qu'elle aurait conservée indéfiniment.

» J'ai montré, il y a plusieurs années [1], que la longueur d'onde des radiations calorifiques infra-rouges avait une influence capitale sur ces phénomènes d'extinction, qu'il y avait pour chaque substance des maxima et des minima d'action dans le spectre, qu'entre certaines limites de longueurs d'onde les mouvements vibratoires étaient très actifs pour une substance, alors que les radiations de longueur d'onde voisines étaient sans action. Comme ces maxima sont particuliers à chaque substance, il arrive que, pour un corps complexe, des mouvements vibratoires de lon-

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 54 et suiv.; 1883.

gueurs d'onde différentes feront émettre des spectres de phosphorescence différents, en excitant chaque substance particulière. C'est ainsi qu'avec le sulfure de calcium bleu (au bismuth), les rayons dont la longueur d'onde est comprise entre 861 et 927, font rendre une phosphorescence verte, alors que les régions voisines du spectre sont inactives, et que la phosphorescence ordinaire de la substance est bleue.

» On conçoit, par ces analogies, comment les mouvements vibratoires qui prennent naissance dans les corps à des températures différentes agissent d'une manière inégale sur l'émission de la phosphorescence et sur la composition de la lumière émise lorsque ces corps renferment des éléments divers. Ainsi s'explique l'apparition successive des divers spectres d'un même corps. Leur disparition successive est due à la capacité lumineuse différente de chaque substance composant le corps étudié.

» La phosphorescence par la chaleur, considérée jusqu'ici comme un phénomène distinct, rentre donc dans la classe des effets de phosphorescence étudiés antérieurement. Un fait mérite particulièrement d'attirer l'attention, c'est la conservation indéfinie dans les corps d'une portion de l'énergie qu'ils ont absorbée et qu'ils émettent lorsqu'on les échauffe. Par quel mécanisme l'énergie est-elle ainsi maintenue sans déperdition sensible? Existe-t-il un état particulier de la matière comparable à celui des corps aimantés? La déperdition d'énergie est-elle continuellement compensée? Ce sont des questions que l'on ne saurait décider actuellement et sur lesquelles les études ultérieures apporteront peut-être quelque lumière. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de détermination des températures et pressions critiques et, en particulier, de celles de l'eau.* Note de MM. **L. Cailletet** et **E. Colardeau**.

« La détermination de la température critique de certains corps, et, en particulier de l'eau, n'a pu être abordée jusqu'ici par les méthodes habituelles.

» En chauffant, en effet, de l'eau dans un tube de verre, on ne peut arriver à voir disparaître le ménisque, car le verre, étant vivement attaqué dans ces conditions, devient opaque et fait explosion sous la pression de la vapeur. Cagniard-Latour a bien pu, après de nombreux insuccès, arriver à voir disparaître cette surface terminale du liquide, mais à la condition

d'ajouter à l'eau des substances destinées à éviter l'attaque du verre. Ce n'est donc pas sur de l'eau pure qu'il a opéré. D'ailleurs la disposition même de son expérience ne lui permettait qu'une évaluation très incomplète de la pression critique. Nous avons repris nous-mêmes ces essais sans plus de succès, l'explosion des tubes ayant toujours mis fin à l'expérience avant que la température nécessaire ait pu être atteinte.

» Les recherches que nous avons publiées précédemment sur *l'État de la matière au voisinage du point critique* [1] nous ont permis d'aborder la question par une autre méthode, qui permet d'opérer sans voir le liquide et qui donne, par suite, la possibilité de l'enfermer dans des tubes métalliques très résistants.

» Ces expériences ont montré que si l'on introduit, dans un tube de capacité connue, un poids de liquide variable, suffisant pour pouvoir fournir de la vapeur saturée jusqu'au point critique, mais insuffisant pour remplir totalement, par sa dilatation, l'espace qui le contient, on constate que la courbe des tensions de la vapeur saturée est toujours la même, jusqu'à la température critique, quels que soient les poids du liquide employés. Mais, au-dessus de cette température, une courbe particulière correspond à chaque poids de matière emprisonné dans le tube.

» Supposons donc qu'on enferme des poids variables du liquide en expérience dans un tube métallique, de capacité déterminée, relié à un manomètre. Chauffons ce liquide; notons pour chaque température, la pression correspondante, et figurons dans chaque cas le résultat par une courbe, en prenant pour abscisses les températures, et pour ordonnées les pressions. Toutes ces courbes coïncideront jusqu'à un certain point où chacune d'elles prendra une direction qui dépendra du poids de liquide sur lequel on a opéré. L'abscisse de ce point ne sera, comme on le voit, autre chose que la température critique.

» Cette méthode a l'avantage de donner, en même temps, non seulement la pression critique, mais la courbe des tensions de la vapeur saturée du liquide jusqu'au point critique.

» Nous avons appliqué, en particulier, cette méthode à la détermination des éléments critiques de l'eau et à la mesure des tensions de la vapeur d'eau saturée.

» Nous avons mesuré ces tensions élevées au moyen d'un manomètre à hydrogène comprimé dont la graduation théorique laisse toujours quel-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVIII, octobre 1889.

ques incertitudes. Nous croyons devoir attendre, pour publier les détails de nos appareils et les résultats numériques de nos recherches, terminées depuis longtemps déjà, qu'une vérification directe de ce manomètre à hydrogène ait pu être faite au moyen du manomètre à air libre de la tour Eiffel. Ce manomètre, dont la construction est à peu près complète et qui est installé dans les meilleures conditions, permettra de mesurer avec une grande précision des pressions pouvant atteindre 400 atmosphères. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les fossiles trouvés à Gourbesville par M.* de Lapparent. Note de M. **Albert Gaudry.**

« J'ai présenté dernièrement à l'Académie une Note de M. de Lapparent sur le conglomérat à ossements de Gourbesville, dans la Manche. Parmi les ossements les moins roulés qui m'avaient été communiqués, j'avais remarqué des débris de l'*Halitherium fossile*, commun dans les faluns helvétiens, et du *Dinotherium Cuvieri*, des sables de l'Orléanais.

» Depuis que cette Note a été présentée, j'ai vu de nouvelles pièces. Les os bien reconnaissables d'*Halitherium* abondent. Un morceau de molaire de *Mastodon angustidens* vient confirmer l'indication fournie par le *Dinotherium*, en même temps que de grandes dents très usées de *Carcharodon* complètent la similitude du falun remanié avec ceux de l'Anjou et de la Rance. Mais ce qui est très intéressant, et tout d'abord m'a fort surpris, c'est une dent molaire que j'ai reconnue comme appartenant au *Palæotherium magnum*, caractéristique du gypse parisien. Le cailloutis à ossements renferme des morceaux roulés d'un calcaire lacustre qu'on avait d'abord rapporté à l'étage du calcaire de Beauce, mais que M. Vasseur avait supposé pouvoir être un équivalent du gypse parisien. M. de Lapparent pense que la dent de *Palæotherium magnum* vient de ce calcaire lacustre; elle confirmerait ainsi l'opinion de M. Vasseur. »

ZOOLOGIE. — *Effet du froid sur les poissons marins.* Note de M. **A.-F. Marion.**

« Les froids exceptionnels qui ont régné en Provence, au mois de janvier, m'ont fait connaître quelques particularités intéressantes au sujet

de la sensibilité ou de la résistance de certaines espèces de poissons marins. Mes observations constituent deux catégories bien distinctes : les unes ont porté sur des animaux gardés en captivité, les autres se rattachent à des phénomènes qui se sont produits en pleine nature, dans l'étang saumâtre de Berre.

» Au laboratoire maritime d'Endoume (Marseille), plusieurs bacs de 896^{lit}, absolument isolés, établis dans une vaste salle au rez-de-chaussée, non chauffée, étaient peuplés depuis plusieurs mois de divers poissons, la plupart adultes, quelques-uns encore à l'état d'alevins et en voie de croissance, tous bien adaptés au milieu et prenant la nourriture qui leur était régulièrement distribuée. Il s'agit donc d'individus en parfait état de vigueur. Cette collection ichthyologique comprenait les espèces suivantes :

Hippocampus guttulatus Cuv.
Blennius tentacularis Brun.
Sargus vulgaris S. S^{t} H.
Box salpa L.
Pagellus bogaraveo Brun.
Crenilabrus massa Risso (et Var.).
Julis Giofredi Risso.
Motella fusca Risso.
Blennius pavo Risso.
Gobius capito Val.
Sargus Rondeletii C. et V. (adultes et alevins).
Oblada melanura L. (jeunes).
Smaris vulgaris Cuv. et Val.
Julis vulgaris Cuv. et Val.
Mugil auratus R. (jeunes).

» Peu de temps après les premières gelées de décembre, la température des bacs descendit à + 8°C. Ce refroidissement, qui ne me semblait pas encore devoir être bien grave, fut cependant immédiatement ressenti à des degrés divers par nos poissons. Tous devinrent moins actifs et refusèrent la pâture d'amphipodes vivants sur laquelle ils se jetaient auparavant avec avidité. Les Girelles ne tardèrent pas à manifester un malaise plus accentué. Au bout de deux jours, durant lesquels la température de + 8° s'était maintenue, elles moururent, à l'exception d'une seule, d'assez forte taille, qui avait déjà résisté à des blessures provenant de morsures des Oblades et qui ne périt que plus tard, à + 4°C.

» Après quelques journées d'accalmie, le froid s'établit d'une manière persistante et progressive à partir du 6 janvier jusqu'au 23, atteignant, le 18, au jour, en dehors du laboratoire, − 9°,5. A l'intérieur, l'eau de nos bacs, qui, à dessein, ne fut plus renouvelée, descendait progressivement, d'abord à + 5 le 10 janvier, puis à + 3 le 17, à + 2 les 20, 21 et 22, pour remonter, à partir du 23 jusqu'au 31, d'abord à + 4, puis à + 5, + 8 et à + 9 le 26, moment où s'est arrêtée la mortalité de nos poissons. Tous résistaient encore, à l'exception des Girelles, du 10 au 12 janvier, et

subissaient la température de $+4$. Bientôt, cependant, on en voyait quelques-uns nager avec affolement, puis perdre l'équilibre de leur attitude habituelle et arriver le ventre en l'air à la surface, s'agitant encore lentement un jour ou deux lorsqu'on les excitait, montrant de véritables congestions dans les orbites et au voisinage des ouïes, et finissant par périr, alors même qu'on les plaçait à ce moment dans de l'eau plus chaude. Les *Box salpa*, les *Oblada melanura*, les *Pagellus bogaraveo,* les *Smaris vulgaris,* les *Sargus vulgaris,* les *Sargus Rondeletii* ont été frappés successivement, montrant plus ou moins de résistance individuelle, après avoir été exposés durant quatre jours à la température de $+4°$. Les individus les plus endurants de ces espèces s'éteignaient quelques jours plus tard, lorsqu'ils avaient subi l'abaissement à $+3$ et à $+2$. A ce moment, les alevins de *Sargus Rondeletii* ont manifesté à leur tour du malaise et ont succombé au bout de trois jours, en même temps que l'Hippocampe, les Blennies, l'un des petits Mugils et quelques Crénilabres.

» Il ne survivait, le 26 janvier, quand l'eau des bacs était remontée à $+9°$, que les deux tiers de nos Crénilabres, un *Mugil auratus* jeune, les *Motella fusca* et tous les *Gobius capito*. On remarquera que ces poissons vivent d'ordinaire dans la zone littorale, où ils doivent être exposés plus que tous les autres aux oscillations thermiques. Ils n'auraient pas été soumis d'ailleurs, en liberté, à de si rudes épreuves. En effet, tandis que la neige couvrait le rivage, avec un froid de $-7°$ à $-9°$, les eaux de la mer, à la côte, dans l'anse des Cuivres, n'étaient pas descendues au-dessous de $+10°$. Toutes nos bêtes, sans excepter les Girelles, auraient donc pu traverser cette période critique sans se réfugier dans les zones plus profondes.

» Les conditions favorables de la pleine mer ne se maintiennent pas, on le comprend aisément, dans nos lagunes et aux embouchures du Rhône, ni même dans le grand étang saumâtre de Berre, qui a éprouvé cette année une dépopulation extraordinaire, du moins en ce qui concerne sa faune ichthyologique adventice. Je rappelle que l'étang de Berre est une petite mer intérieure, de plus de 15000 hectares de superficie, mais dont la profondeur maximum ne dépasse pas 8^m à 10^m. La salure des eaux varie, suivant les points et les circonstances, entre $0°,5$ B. et $2°,5$; tandis qu'au même densimètre et à la même température la mer, au large du laboratoire de Marseille, accuse $4°$ B. Presque chaque année le froid tue ou endommage dans l'étang une certaine quantité de poissons. Ce phénomène est connu sous le nom de *martegado*. Les sardines sont frappées les pre-

mières, en décembre ; au contraire, les Melettes (*Meletta phalerica*), les Esprots méditerranéens, résistent aux plus basses températures. Toutefois les eaux ne gèlent qu'exceptionnellement. Cette année, la surface totale de l'étang a été couverte de glaçons qui, chassés par le vent de nord-ouest, se sont entassés vers la rive sud et y ont persisté plusieurs semaines. Il résulte des observations faites par M. le commissaire de la marine Dangibeaud que, du 18 au 24 janvier, dans les canaux secondaires de Martigues, la température était descendue, jusqu'à un mètre sous la glace, à $0°$ et même à $-1°$; et que le maximum dans le Canal maritime, à 6^m de profondeur, même avec les courants d'entrée amenant de la « Grande Mer » une eau plus chaude, n'avait pas dépassé $+4°$, $+5°$, $+6°$, et n'était que de $+1°$ le 22 janvier, au moment de la sortie des eaux de l'étang vers la mer.

» Les Muges (*Mugil chelo, cephalus, capito, auratus*) et les Loups (*Labrax lupus*), qui sont les espèces nomades les plus importantes, ont été *absolument* anéantis. Les Anguilles ont été aussi fortement atteintes, à l'exception de celles qui, dans les endroits les plus profonds, ont pu s'envaser au début du froid. On aura une idée exacte de ce dommage par les chiffres suivants, représentant les quantités de poissons de cette catégorie pêchés dans l'étang en 1889.

Muges	148679^kg
Loups	39012
Anguilles	30575

» Il était important de constater l'état de la faune sédentaire dont les espèces doivent nécessairement posséder plus de rusticité. Cette population spéciale comprend les animaux suivants :

» *Hippocampus guttulatus, Siphonostoma argentatum, Syngnathus bucculentus, Nerophis ophidion, Gobius lota, Gobius jozo, Blennius pavo, Crenilabrus massa varietas, Flessus passer, Atherina mochon.*

» J'ai reconnu les 23 et 24 février, en exécutant et en suivant les pêches usuelles, que si un certain nombre d'individus de ces espèces avaient succombé, saisis par le froid dans les parties côtières peu profondes, il en persistait du moins de grandes quantités en parfait état, dans les fonds de 6^m à 10^m. Les eaux de l'étang n'étaient encore, le 24 février, à 1^m, qu'à $+5°C$. Les Melettes, les *Atherina hepsetus*, les Anchois et les petits *Gobius minutus* commençaient cependant déjà leur mouvement d'entrée. Les Aiguilles (*Belone acus*) qui se présentaient avec eux étaient,

par contre, fâcheusement impressionnées par ces eaux froides ; leurs bandes rebroussaient chemin et quelques-unes se laissaient prendre à demi mortes.

» J'ai noté ces remarques, que je ne puis exposer plus longuement ici, parce qu'elles me semblaient avoir quelque importance au point de vue de la distribution géographique des espèces. »

M. **H. Poincaré** présente à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Électricité et Optique; Tome II : Les Théories de Helmholtz et les expériences de Hertz ».

M. **A. Geikie**, Correspondant pour la Section de Minéralogie, fait hommage à l'Académie de quinze Brochures qu'il a publiées sur différentes questions de Géologie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1891.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Desmazières. — MM. Duchartre, Bornet, Van Tieghem, Chatin, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duclaux et Blanchard.

Prix Bordin (Étudier les phénomènes intimes de la fécondation chez les plantes phanérogames, en se plaçant particulièrement au point de vue de la division et du transport du noyau cellulaire. Indiquer les rapports qui existent entre ces phénomènes et ceux qu'on observe dans le règne animal). — MM. Duchartre, Van Tieghem, Bornet, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Naudin.

Prix Thore. — MM. Duchartre, Van Tieghem, Blanchard, Bornet, Chatin réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Trécul et A. Milne-Edwards.

Grand Prix des Sciences physiques (*Des organes des sens chez les Invertébrés au point de vue anatomique et physiologique. Le prix pourra être donné à un travail complet sur l'un des organes des sens, dans un groupe d'Invertébrés*). — MM. Blanchard, A. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, de Quatrefages, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Brown-Séquard.

Prix Bordin (*Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à sang chaud, Mammifères et Oiseaux*). — MM. A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Marey.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **P. Berger** soumet au jugement de l'Académie une Note relative à une « Machine fondée sur le même principe que la presse hydraulique ».

(Renvoi à l'examen de M. Resal.)

CORRESPONDANCE.

M. **Sire**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application des groupes de M.* Lie. Note de M. **L. Autonne**, présentée par M. Picard.

« Soit une équation différentielle du premier ordre

$$f(\xi, \eta, \eta') = 0, \qquad \eta' = \frac{d\eta}{d\xi},$$

sur un certain plan E, lieu des points ξ et η. Dans un Mémoire présenté à l'Académie (mention honorable au concours pour le grand prix des Sciences mathématiques, en 1890), j'ai développé une méthode pour représenter birationnellement tout élément (ξ, η, η') du plan E par un point

(x, y, z) dans un espace R. L'équation différentielle se représente par une certaine surface f de l'espace R et les intégrales par des courbes *intégrantes* tracées sur f et ayant leurs tangentes situées sur un complexe linéaire, toujours le même. Les intégrantes sont définies par la relation infinitésimale

$$dz - y\,dx + x\,dy = 0,$$

laquelle représente dans l'espace R la relation $d\eta - \eta'\,d\xi = 0$ du plan E.

» La recherche des intégrales de l'équation $f = 0$ se confond ainsi avec le problème des intégrantes sur la surface f; c'est ainsi que je l'ai traitée dans le Mémoire précité.

» Actuellement, je me propose de signaler quelques résultats obtenus par l'introduction dans ma théorie de la notion si importante de groupes continus de transformations due à M. Lie.

» Soient P et R deux fonctions de x, y et z liées par l'identité

$$\begin{vmatrix} P_x & P_y \\ R_x & R_y \end{vmatrix} - 2\begin{vmatrix} P_z & P \\ R_z & R \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} P_z & xP_x + yP_y \\ R_z & xR_x + yR_y \end{vmatrix} = 0,$$

où $P_x = \dfrac{\partial P}{\partial x}, \ldots, R_z = \dfrac{\partial R}{\partial x}, \ldots$.

» Grâce aux principes généraux posés par M. Lie, on s'assure aisément des faits suivants :

» Les deux transformations infinitésimales

$$\left\{\begin{aligned} \frac{2\,\delta x}{\delta t} &= xP_z - P_y, \\ \frac{2\,\delta y}{\delta t} &= yP_z - P_x, \\ \frac{2\,\delta z}{\delta t} &= 2P - xP_x - yP_y; \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} \frac{2\,\delta x}{\delta t} &= xR_z - R_y, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right.$$

engendrent un groupe fini continu G à deux paramètres. Chaque transformation finie ou infinitésimale de G : 1° change toute courbe intégrante de l'espace en une autre intégrante; 2° transforme en elle-même toute surface du faisceau Γ,

$$\alpha P + \beta R = 0, \qquad \alpha, \beta = \text{const.}$$

Les transformations de G représentent dans l'espace R des transformations de contact du plan E.

» Cela posé, une marche analogue à celle de M. Ém. Picard, dans son

Mémoire couronné de 1888 (Chap. III), m'a permis de résoudre le problème des intégrantes sur une surface quelconque f du faisceau Γ, définie par l'équation

$$H = P_0 R - R_0 P = 0, \qquad P_0 \quad \text{et} \quad R_0 = \text{const.}$$

» Désignons, en effet, par Q la valeur commune sur f des deux expressions $P : P_0$ et $R : R_0$; x, y, z étant liées par la relation $H = 0$, les deux expressions

$$d\lambda = \frac{R_z(dz - y\,dx + x\,dy) - R_0\,dQ}{2QH_z} \qquad \left(R_z = \frac{\partial R}{\partial z},\ H_z = \frac{\partial H}{\partial z}\right),$$
$$-\,d\mu = \frac{P_z(dz - y\,dx + x\,dy) - P_0\,dQ}{2QH_z}$$

sont des différentielles totales; les coordonnées d'un point sur f sont fonctions des deux variations λ et μ, et les intégrantes sont données par l'équation

$$P_0\lambda + R_0\mu = \int \frac{dz - y\,dx + x\,dy}{2Q} = \text{const. arbitr.}$$

La quantité sous le signe $\int$ est évidemment une différentielle totale, et Q^{-1} joue le rôle d'un véritable facteur d'intégrabilité.

» On est ainsi ramené à des intégrales des différentielles totales sur une surface; si P et R sont rationnelles en x, y et z, les intégrales λ et μ peuvent être traitées par des méthodes générales dues à M. Ém. Picard. C'est ce que je me propose de faire dans une Communication ultérieure.

» Il y a enfin un cas où l'on est dispensé de toute quadrature. Si H est en z de degré zéro ou un, et fonction entière en z, les intégrantes sont découpées sur f par le faisceau de surfaces

$$G_z = \text{const. arbitr.},$$

$G = 0$ étant une surface quelconque du faisceau Γ.

» Les résultats précédents sont à rapprocher d'un théorème bien connu dû à M. Lie :

» *Si l'on a une équation différentielle du premier ordre résolue par rapport à la dérivée*

$$X(\xi, \eta)\,d\eta - Y(\xi, \eta)\,d\xi = 0$$

et une transformation infinitésimale (ponctuelle ou de contact) qui transforme

l'équation en elle-même, la connaissance de cette transformation (σ) *permet de construire un facteur d'intégrabilité, et l'on est ramené aux quadratures.*

» La transformation infinitésimale

$$(\tau) \qquad \frac{\delta\xi}{\delta t} = \rho X, \qquad \frac{\delta\eta}{\delta t} = \rho Y$$

possède bien la propriété requise, mais ne sert à rien pour l'intégration. Les deux transformations infinitésimales (σ) et (τ) n'engendrent pas, en général, un groupe fini continu à deux paramètres. J'ai donc restreint, dans l'analyse résumée dans la présente Note, la généralité des hypothèses initiales de M. Lie. »

PHYSIQUE. — *Méthode graphique pour déterminer les valeurs relatives de la gravité en différents lieux.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé, dans la méthode qui va suivre, d'enregistrer graphiquement les oscillations d'un pendule pendant une durée déterminée, sans imposer à ce pendule le moindre organe qui pût entraver la liberté absolue de ses oscillations.

» L'enregistrement électrique se trouve par cela même éliminé, et j'ai eu recours à l'enregistrement photographique. Deux dispositifs ont été successivement employés à cet effet.

» Dans le premier, le pendule est muni à sa partie inférieure d'une lame percée d'une fente dont la direction coïncide avec l'axe de symétrie de l'appareil sur cette fente; quand le pendule est au repos se produit l'image réelle d'une fente fixe éclairée fortement; cette image est fournie par une lentille cylindrique. Une lentille ordinaire placée de l'autre côté de la fente portée par le pendule produit sur une bande mobile de pellicule Eastman un trait lumineux très fin, qui, dès que le pendule oscille, n'apparaît que par intermittence chaque fois que le pendule passe par la verticale. On aura donc, à l'aide de ce procédé, un enregistrement de toutes les oscillations si la bande se déroule d'un mouvement continu.

» Le second dispositif me semble préférable. Il consiste à enregistrer, non pas les passages dans la verticale, mais l'oscillation tout entière, sous forme de sinusoïde. A cet effet, le pendule porte, non plus une fente, mais une petite lentille qui donne sur la bande visible un point lumineux,

image très fine d'un petit trou vivement éclairé par une lampe à pétrole. On a ainsi une courbe continue qui permet de suivre, à chaque instant, l'oscillation du pendule et d'en connaître l'amplitude, dont la trace est ainsi conservée.

» Cette méthode est si simple et si précise que j'ai pensé l'employer à la mesure de l'accélération de la pesanteur. Remarquons d'abord qu'elle peut s'appliquer à toute espèce de pendule : de Borda ou de Kater. Toutefois, voici la façon dont je propose de disposer l'expérience.

» Supposons que l'on connaisse la valeur absolue de g en un lieu déterminé, à Paris, par exemple. Nous prenons un pendule *invariable*, terminé par une masse très lourde, et nous le faisons osciller à Paris pendant un temps déterminé, puis à un autre endroit, dans les mêmes conditions et pendant le même temps: l, longueur du pendule simple synchrone, n'ayant pas varié, on pourra déduire le rapport des accélérations de la pesanteur aux deux endroits de la connaissance des nombres respectifs d'oscillations aux deux stations pendant le même temps.

» Pour réaliser des temps rigoureusement égaux, je propose de supprimer l'horloge de comparaison et d'employer l'étalon de temps qui est le *jour sidéral*. Pour cela il suffit de commencer à compter les oscillations du pendule au moment du passage d'un astre au méridien et d'arrêter la numération au moment du passage suivant vingt-quatre heures après. Il faut pour cela être sûr que le pendule effectuera pendant un jour des oscillations d'une amplitude assez grandes pour pouvoir être enregistrées. J'ai installé au laboratoire des recherches un pendule lourd, dont la masse pèse $19^{kg},800$; il a oscillé pendant cinquante-deux heures, et j'ai fait de bonnes expériences d'enregistrement trente-six heures après sa mise en oscillation. Toute difficulté de ce chef me semble donc levée.

» Il est possible d'obtenir, sur les graphiques mêmes qui enregistrent les oscillations, la trace du commencement et de la fin d'une expérience. Ces deux époques sont déterminées par des passages méridiens, observés naturellement à l'aide d'une lunette méridienne dont le réticule porte plusieurs fils, cinq par exemple à chaque passage de l'astre choisi devant un des fils, un déclenchement amenant un petit obturateur qui intercepte le rayon lumineux : la simusoïde présentera donc, vers son début, cinq interruptions, qui marqueront les cinq passages aux fils du réticule. Cinq interruptions semblables seront la trace matérielle de la fin de l'expérience. Dans le cas de l'enregistrement des passages par la verticale, on démasquera une partie supplémentaire de la fente fixe : on aura alors cinq traits

qui feront vernier avec les traits d'oscillations. De toute façon, l'enregistrement de l'origine et de la fin de l'expérience se fait avec facilité et précision : des expériences préalables m'ont permis de le vérifier.

» Je propose enfin de faire osciller le pendule invariable *dans le vide et à zéro :* on écrit ainsi toutes corrections plus ou moins incertaines. Je pense que, ainsi réalisée, la détermination de la gravité en différents lieux serait chose facile et précise; le jour sidéral s'appréciant à $0^s,1$ près, la mesure du temps se ferait sensiblement au millionième; un avantage précieux est qu'il reste un témoin inscrit de l'expérience, conservant indéfiniment la trace du nombre et de l'amplitude des oscillations. On pourrait donc faire par cette méthode des mesures très exactes de la gravité en fonction de sa valeur à Paris, valeur que l'on peut considérer comme définitive depuis les belles déterminations du commandant Defforges [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur le degré de complexité des molécules gazeuses.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« I. Le spectre des gaz et des vapeurs incandescents est composé d'un grand nombre de raies dont la période paraît invariable pour de très grandes variations de température et de pression, sauf l'élargissement des raies les plus intenses. Diverses particularités physiques caractérisent des groupes qui présentent une ressemblance très grande pour des vapeurs différentes, et dont les caractères suivants méritent une mention spéciale : la période d'une raie de rang n décroît quand le rang de la raie augmente, mais en tendant vers une limite finie très différente de zéro (longueurs d'onde dans l'air en millièmes de millimètre μ, $0^\mu,3645$, $0^\mu,205$, $0^\mu,200$ environ pour la limite des groupes de l'hydrogène, de l'aluminium et du thallium, comparés par M. Cornu, 1886). Les périodes des raies d'un même groupe ne sont pas commensurables. (Le groupe de l'hydrogène a ses périodes données très exactement en fonction du rang par la formule $\frac{(n-2)^2}{(n-2)^2-4}$, Balmer, 1886.)

» II. On peut faire trois hypothèses principales sur la constitution de la molécule gazeuse et ses relations avec l'éther, pour expliquer ce grand nombre de périodes distinctes.

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire des recherches (Physique) de la Sorbonne.

a. Les périodes résultent de mouvements internes des parties constituantes de la molécule et se communiquent sans altération à l'éther. On compare la molécule à un corps sonore vibrant, et les périodes de son mouvement aux périodes du corps sonore, déterminées en fonction d'un ou plusieurs nombres entiers par une équation généralement transcendante qui dépend de la forme du corps. Les conséquences sont les suivantes : les périodes tendent vers zéro, en même temps que le nombre de subdivisions augmente indéfiniment, et nous ne trouvons de limite inférieure des périodes qu'en supposant aussi une limite au nombre de subdivisions possibles du corps, c'est-à-dire, une constitution par grains indivisibles, se mouvant toujours comme un bloc, de véritables atomes. L'atome chimique d'un corps simple devrait être considéré comme une agglomération d'un nombre extrêmement grand, mais limité, d'atomes distincts d'une autre matière. Dans le corps ainsi constitué, chaque période correspond à un mouvement simple qui peut exister seul, indépendamment de tous les autres; à chaque raie correspondrait une déformation indépendante dans la molécule; autant de raies, autant de variables géométriques dont il faudrait donner la grandeur pour fixer la forme de la molécule : quelques centaines pour le fer.

» C'est une bien grande complexité pour un gaz simple, et il semblera bien étonnant que l'aspect du spectre d'un même gaz pur change si peu, que l'ordre d'apparition et les intensités relatives des différentes raies soient toujours les mêmes, si chacune de ces périodes correspond à un mouvement que la constitution de la molécule laisse indépendant et dont l'amplitude n'est déterminée que par l'état initial.

» *b.* On est ainsi conduit à une autre comparaison plus satisfaisante. La molécule est constituée par un très petit nombre d'éléments distincts dont la position relative est définie par très peu de variables indépendantes, une par exemple. Les équations du mouvement, au lieu d'être, comme dans le cas précédent, des équations linéaires (aux dérivées partielles, ou différentielles ordinaires en très grand nombre), sont des équations différentielles ordinaires, en très petit nombre, mais non linéaires : les mêmes que celles du pendule, ou mieux d'un cylindre pesant, de section quelconque roulant sur un plan, lorsque la molécule est formée de deux atomes seulement. Le mouvement peut être exprimé en fonction du temps par une série de termes sinusoïdaux, dont les amplitudes et les phases, loin d'être indépendantes, sont déterminées par la valeur d'une seule quantité, l'amplitude de l'écart initial. La loi des périodes, celle des amplitudes

et celle des phases définissent la loi d'action des deux atomes constituants de cette molécule, en fonction de leur distance.

» On concilie ainsi une constitution extrêmement simple de la molécule avec l'existence d'un nombre considérable de périodes différentes, le nombre de variables nécessaires pour définir la forme de la molécule étant égal, non plus au nombre de raies, mais seulement au nombre de groupes distincts. Ces variables, les distances mutuelles des atomes, sont respectivement au nombre de 0, 1, 3, 6, 9, ..., $3(n-2)$ indépendantes, suivant que la molécule est formée de 1, 2, 3, 4, 5, .., n atomes isotropes.

» *c*. Enfin une troisième hypothèse est compatible avec une constitution plus simple encore de la molécule gazeuse, qui pourrait se réduire à un seul atome indéformable. La lumière émise résulte des vibrations excitées dans l'éther par la translation rapide des molécules gazeuses. Dans les gaz, la molécule serait comparable à une baguette qu'on déplace rapidement à travers l'air; dans les solides, à une lame vibrante. Les faits observés exigeraient que les molécules et l'éther satisfassent aux conditions suivantes, nullement inadmissibles ; les périodes des rides excitées dans l'éther sont indépendantes de la vitesse de translation de la molécule, et ne dépendent que de sa forme et de ses dimensions; ces périodes dépendent des propriétés de l'éther, quand sa déformation devient trop grande pour que les équations de son mouvement restent linéaires. Rien d'étonnant dans ce cas à ce que les spectres d'un grand nombre de vapeurs présentent des groupes semblables; rien d'étonnant à ce qu'une vapeur d'un composé, même sans se dissocier, montre les rides produites par certains de ses atomes composants, particulièrement actifs. Le nombre de groupes de raies correspondrait alors au nombre d'espèces d'atomes, au nombre de corps simples différents, qui composent la molécule.

» III. Il me semble qu'il y a, dès à présent, de fortes raisons de rejeter la première hypothèse; pour être affirmatif, il faudrait savoir s'il est possible d'obtenir des variations notables de distribution de la lumière entre les raies d'un même groupe, en corrigeant, bien entendu, de l'inégale absorption par tous les milieux interposés, depuis le gaz jusqu'à l'appareil de mesure. Quant aux deux autres hypothèses, je ne crois pas qu'il y ait à choisir l'une à l'exclusion de l'autre, mais plutôt à chercher quels groupes dans les spectres divers doivent être rapportés à l'une ou à l'autre cause.

» J'examinerai prochainement à un point de vue analogue les phénomènes d'absorption. »

CHIMIE. — *Sur les transformations qui accompagnent la carburation du fer par le diamant.* Note de M. **F. Osmond**, présentée par M. Troost.

« La carburation du fer par le diamant a été maintes fois réalisée, notamment par Clouet, Guyton de Morveau, Pepys, Margueritte, Hempel, mais toujours au sein d'une atmosphère gazeuse; on pouvait donc se demander si les gaz n'avaient pas servi de véhicule au carbone.

» M. W.-C. Roberts-Austen [1], en répétant la même expérience dans le vide, après extraction préalable des gaz occlus, paraît avoir démontré d'une façon définitive la carburation directe du fer par le diamant. Je considérerai donc la question comme résolue et ne m'occuperai ici que du mécanisme de la cémentation et de la température à laquelle elle se produit.

» Tous mes essais ont été faits dans une atmosphère d'hydrogène pur. Le fer employé était du fer électrolytique; les diamants étaient en petits fragments de la catégorie nommée *uitschot* et avaient été libéralement fournis par M. Jacobs. Je les ai purifiés par calcination au rouge sombre et digestion dans l'acide fluorhydrique chauffé au bain-marie.

» *Expérience I.* — Un morceau de fer pesant $0^{gr},930$ a été chauffé pendant une heure avec de petits diamants posés sur sa surface et pesant ensemble $40^{mg},5$. La température a été maintenue presque constamment entre 1035° et 1055°, et n'a pas dépassé 1065°; c'est-à-dire qu'elle est restée inférieure au point de fusion de la fonte blanche pure (1085°). Après refroidissement, les diamants paraissaient intacts, mais ils avaient perdu 2,5 pour 100 de leur poids, adhéraient au fer et étaient devenus noirs au point de contact. La surface du métal, polie et légèrement attaquée par l'acide nitrique, montra une petite tache noire en chacun des points où elle avait été touchée par un diamant. Ces taches elles-mêmes, examinées au microscope en lumière verticale, se décomposaient en une partie centrale plus foncée, recoupée par un réseau polygonal brillant et une zone périphérique homogène d'un noir moins franc et plus terne. La coupe du fer par le travers d'une tache a montré que le carbone avait pénétré de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$. La cémentation, à la température indiquée, est donc incontestable, mais lente.

» *Expérience II.* — Même essai que le précédent; on a seulement maintenu la température un peu plus haute, entre 1085° et 1125°, c'est-à-dire un peu au-dessus du point de fusion de la fonte blanche; on a obtenu un culot de fonte blanche; tous les diamants avaient été dissous, sauf un qui était devenu noir.

---

(1) *Journal of the Iron and Steel Inst.*, p. 81; 1890.

» *Expérience III.* — Même essai que le précédent, mais en doublant la proportion du diamant par rapport au fer (8 pour 100 au lieu de 4 pour 100); on avait ainsi deux fois plus de diamant qu'il n'en fallait pour saturer le fer de carbone. La température a été maintenue entre 1085° et 1135° pendant trois quarts d'heure; on a obtenu un culot de fonte grise bien fondue, quoique la température fût restée inférieure au point de fusion de la fonte grise : le fer a donc servi d'intermédiaire pour la transformation du diamant en graphite. Trois fragments de diamant noircis adhéraient à la surface du culot.

» On voit que la cémentation devient rapide et complète dès qu'on dépasse le point de fusion de la fonte blanche.

» Ces essais définissent aussi les conditions d'incompatibilité entre le fer et le diamant, ce qui peut offrir un certain intérêt pour l'étude des fers météoriques, où la présence du diamant a été indiquée.

» Les diamants noircis, obtenus dans les expériences ci-dessus et quelques autres analogues, ont fait l'objet d'un examen spécial. L'enduit noir tache les doigts et le papier à la manière de la plombagine; traité par l'acide chlorhydrique, il lui cède du fer avec dégagement d'hydrogène; mais il garde encore un peu de fer, même après ce traitement prolongé, car il laisse, après combustion dans l'air au rouge un peu sombre, une pellicule rougeâtre de peroxyde de fer à la surface du diamant. Après dissolution de l'oxyde dans l'acide chlorhydrique, le diamant redevient incolore, mais il reste *dépoli* ([1]).

» Il résulte de là :

» 1° Que le diamant lui-même ne cémente pas le fer, mais subit d'abord, au contact de ce métal, une transformation moléculaire qui le rend apte à la cémentation;

» 2° Que la diffusion du carbone dans le fer a pour corollaire une diffusion du fer dans le diamant transformé ([2]).

» J'ai encore utilisé le diamant qui avait été mis à ma disposition pour suivre le refroidissement de ce corps avec le couple de M. Le Chatelier. Entre 1200° et 600°, le refroidissement dans l'hydrogène n'a montré ni dégagement ni absorption anormale de chaleur. Il n'en est peut-être pas de même pour toutes les variétés de carbone. Le refroidissement du graphite des cornues semble présenter un faible ralentissement entre 725° et 685°, et celui du charbon de sucre un ralentissement un peu plus marqué dans

---

([1]) M. Roberts-Austen a aussi constaté la présence de diamants noircis (*black-coated*) dans son expérience sur la cémentation dans le vide.

([2]) Cf. Colson, *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1074.

le même intervalle. Mais ces ralentissements se rapprochent trop de la limite des erreurs possibles pour ne pas rester douteux. Si je les signale, c'est que la température 725°-685° se rapproche beaucoup de celle de la recalescence des aciers, ce qui n'est peut-être pas une coïncidence fortuite, et aussi pour appeler l'attention des savants qui auraient l'occasion d'examiner les propriétés des divers carbones aux températures élevées (1). »

CHIMIE. — *Sur la formation des laques colorées.* Note de M. **Léo Vignon.**

« On sait que certains oxydes métalliques, obtenus avec l'étain, le plomb, l'aluminium, possèdent la propriété de fixer les matières colorantes en formant des laques : c'est là un phénomène analogue à la teinture des textiles.

» Comme suite aux recherches que j'ai entreprises sur l'étude thermochimique des textiles et la teinture du coton (*Comptes rendus*, 10 février, 28 avril et 2 mars 1891), j'ai déterminé s'il existait un rapport entre la présence de la fonction acide ou basique dans les oxydes métalliques et la fixation des matières colorantes.

» A ce point de vue, j'ai étudié la formation des laques colorées obtenues avec l'oxyde stannique possédant un caractère acide très net et la safranine, matière colorante basique. L'oxyde stannique offre cette particularité remarquable que, par les polymérisations successives, il est capable de subir une série de condensations en fournissant des corps dont les fonctions acides sont décroissantes.

» J'ai étudié en détail ces polymérisations (*Comptes rendus*, 20 mai 1889) et montré qu'elles correspondent à une série

$$SnO^3H^2,\quad Sn^2O^5H^2,H^2O,\quad \ldots,\quad Sn^nO^{2n+1}H^2(H^2O)^{n-1}.$$

» Il était intéressant de rechercher comment se comporteraient, vis-à-vis des matières colorantes basiques, ces oxydes dont la fonction acide diffère.

» Je me suis adressé à l'acide stannique soluble et à l'acide métastannique, les fonctions acides de ces deux corps étant caractérisées et mesurées par leur chaleur de dégagement avec la soude.

» Ces acides dégageaient, pour un même poids d'anhydride SnO^2 con-

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire des Hautes Études, à la Sorbonne.

tenu dans leur molécule et pour la réaction SnO^2 étendu $+ 4KOH$ dissous,

L'acide stannique..............................	$32^{Cal},7$
L'acide métastannique..........................	$2^{Cal},3$

» Le rapport $\frac{32,7}{2,3}$ peut être pris comme mesure des intensités relatives des fonctions acides particulières à ces deux oxydes.

» J'ai préparé deux bains spéciaux, A et B, pour la formation de laques colorées avec ces deux acides stanniques :

» A. *Acide stannique correspondant à* 1^{gr} SnO^2 :

50^{cc} solution de sulfate de sodium à 10 pour 100,
50^{cc} solution de safranine à 1^{gr} par litre.

» B. *Acide métastannique séché à l'air correspondant à* 1^{gr} SnO^2 :

50^{cc} solution de sulfate de sodium à 10 pour 100,
50^{cc} solution de safranine à 1^{gr} par litre.

» La safranine employée était de la phénosafranine pure

$$C^6H^4 \left\langle \begin{array}{c} Az \\ | \\ Az \\ | \\ Cl \end{array} \right\rangle \begin{array}{l} C^6H^3, NH^2 \\ \\ C^6H^4, NH^2 \end{array}.$$

» On a fait bouillir chacun de ces bains pendant un quart d'heure, puis on a filtré pour recueillir les précipités; ceux-ci ont été lavés jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus colorées.

» La liqueur filtrée et les eaux de lavage provenant de la filtration de chaque bain ont été mélangées et amenées, avec de l'eau distillée, à un volume de 500^{cc}; on a comparé entre eux les précipités : *la laque obtenue avec l'acide stannique était fortement colorée en rouge; la laque provenant de l'acide métastannique était blanche, à peine teintée de rose.*

» D'autre part, on a évalué la quantité de safranine restant dans les eaux provenant de chaque bain, en procédant par comparaison calorimétrique avec une solution type T formée de

50^{cc} safranine à 1^{gr} par titre,
50^{cc} solution sulfate de sodium à 10 pour 100,
400^{cc} eau distillée;

on a trouvé les équivalences suivantes :

50^{cc} A = 18^{cc} T amenés à 50^{cc} avec de l'eau distillée,
50^{cc} B = 50^{cc} T.

» Ainsi donc, le bain B renferme sensiblement toute la safranine initiale, tandis que le bain A n'en contient plus que 36 pour 100. Nous sommes donc en droit de dire que l'acide stannique s'est combiné à 64 pour 100 de la safranine dissoute dans le bain, tandis que l'acide métastannique n'en a fixé aucune partie.

» Ces expériences montrent l'absorption d'une matière colorante basique coïncidant avec l'existence, dans la substance absorbante, de propriétés acides intenses; quand celles-ci s'atténuent, le pouvoir absorbant s'affaiblit et disparaît. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la dispersion dans les composés organiques (éthers)*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Roux**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons donné dans une précédente Note (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IV, p. 614) les pouvoirs dispersifs des éthers oxydes, et nous avons mis en évidence les relations qui existent entre la dispersion de ces composés et celles de leurs composants. Pour compléter ces recherches, nous publions aujourd'hui les résultats relatifs aux éthers proprement dits.

» Notre étude a porté :

» 1° Sur les éthers éthyliques des principaux acides gras;

» 2° Sur les éthers acétiques des principaux alcools : alcools forméniques, allylique et benzylique.

I. — *Éthers éthyliques.*

Éthers.	t^0.	n_v.	n_r.	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$M. Observé.	$\frac{B}{d}$M. Calculé.
Formiate d'éthyle..	16°,4	1,3689	1,3598	0,3656	0,3976	29,42	30,05
Acétate...........	17,1	1,3802	1,3710	0,3724	0,4114	36,21	36,55
Propionate........	17,3	1,3919	1,3825	0,3805	0,4255	43,40	44,05
Butyrate..........	16,5	1,3996	1,3899	0,3897	0,4420	51,27	52,25
Isobutyrate........	13,6	1,3977	1,3881	0,3857	0,4407	51,12	51,45
Isovalérate........	13,7	1,4067	1,3968	0,3988	0,4554	59,21	59,25

» L'ensemble des résultats contenus dans ce Tableau montre :

» 1° Que, dans cette série d'éthers, les pouvoirs dispersifs spécifiques vont en croissant en même temps que la condensation moléculaire;

» 2° Que la moyenne des différences entre deux valeurs consécutives des pouvoirs dispersifs moléculaires est sensiblement constante et égale à 7,5;

» 3° Que dans ce cas, comme dans celui des éthers-oxydes, le pouvoir dispersif moléculaire de l'éther est égal à la somme algébrique des pouvoirs dispersifs moléculaires des composants (acide + alcool — eau). C'est ce qui résulte de l'examen de la dernière colonne du Tableau précédent.

II. — *Éthers acétiques.*

Éthers.	t^o.	n_b.	n_r.	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M observé.	$\frac{B}{d}$ M calculé.
Acétate de méthyle..	15°,3	1,3710	1,3620	0,3599	0,3843	28,44	28,75
» d'éthyle....	17,1	1,3802	1,3710	0,3724	0,4127	36,21	36,55
» de propyle..	15,9	1,3938	1,3842	0,3857	0,4331	44,18	44,51
» d'isobutyle.	16,0	1,3988	1,3810	0,3958	0,4533	52,59	52,10
» d'isoamyle..	12,2	1,4122	1,4020	0,4115	0,4722	61,39	60,25
» d'allyle.....	13,6	1,4169	1,4045	0,4976	0,5319	53,19	52,55
» de benzyle..	13,7	1,4722	1,4489	0,9381	0,8850	122,12	120,79

» Les mêmes remarques que précédemment s'appliquent aux nombres ci-dessus.

» Nous ferons observer toutefois que, si l'on compare entre eux les isomères, par compensation, contenus dans les deux Tableaux précédents, et tels, par exemple, que le formiate d'éthyle et l'acétate de méthyle, le propionate d'éthyle et l'acétate de propyle, etc., on obtient des valeurs différentes pour les pouvoirs dispersifs de ces isomères :

	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M.
Formiate d'éthyle.......	0,3656	0,3976	29,42
Acétate de méthyle.....	0,3599	0,3843	28,44
Propionate d'éthyle.....	0,3805	0,4255	43,40
Acétate de propyle......	0,3857	0,4331	44,18
Isobutyrate d'éthyle.....	0,3857	0,4407	51,12
Acétate d'isobutyle.....	0,3958	0,4533	52,59
Isovalérate d'éthyle.....	0,3988	0,4554	59,21
Acétate d'isoamyle......	0,4115	0,4722	61,39

» On remarquera que les valeurs de B, $\frac{B}{d}$, $\frac{B}{d}$M sont les plus élevées pour les alcools à chaînes les plus longues (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les ptomaïnes.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« J'ai terminé l'étude chimique de la ptomaïne en $C^{10}H^{15}Az$, en déterminant la composition du bromhydrate, du sel modifié de platine et du chloraurate, et en fixant les réactions colorées de l'iodométhylate. Dans une Communication antérieure (séance du 23 juin 1890), j'ai décrit le chlorhydrate et j'ai publié l'analyse complète du chloroplatinate.

» *Bromhydrate* $C^{10}H^{15}Az, HBr$. — La préparation de ce sel exige les mêmes précautions que celle du chlorhydrate; il cristallise en un lacis d'aiguilles blanches, se colorant en rose au contact de l'air; il est déliquescent, très soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool concentré, presque insoluble dans l'éther pur.

Analyse.

	Calculé.	Trouvé.
Br, pour 100	34,78	34,50

» *Sel modifié* $(C^{10}H^{15}Az)^2 + PtCl^4$. — J'ai déjà donné quelques indications relatives à la préparation de ce sel (*loc. cit.*) qui demande du temps. L'emploi de l'eau tiède, *préalablement bouillie*, est nécessaire, si l'on veut obtenir un rendement satisfaisant.

» Le sel modifié est en paillettes d'un brun clair; insoluble dans l'eau froide, il se dissout dans l'eau bouillante, mais ne tarde pas à être décomposé, si l'on prolonge l'ébullition; il fond vers 206°, il est stable à l'air humide, différant en cela du chloroplatinate.

Analyse.

» J'ai dosé le platine et le chlore :

	Calculé.	Trouvé.
Pt, pour 100	30,92	30,63
Cl, pour 100	22,29	21,95

(¹) Faculté des Sciences de Lyon. Laboratoire de Chimie générale.

» *Chloraurate* $(C^{10}H^{15}Az, HCl) + AuCl^3$. — Ce sel constitue un précipité jaune clair, insoluble dans l'eau froide, se dissolvant dans l'eau tiède, décomposable par l'eau bouillante; il est assez stable en présence de l'air humide.

Analyse.

» J'ai dosé l'or et le chlore :

	Calculé.	Trouvé.
Au, pour 100	40,28	39,94
Cl, pour 100	29,03	28,82

» *Réactions colorées*. — L'iodométhylate de la ptomaïne, $C^{10}H^{15}Az, CH^3I$, a été dissous dans l'alcool absolu; la solution encore chaude a été additionnée d'une seule goutte de lessive de potasse concentrée; une belle coloration d'un rouge vif s'est aussitôt développée, mais elle n'a pas tardé à virer au brun; la liqueur foncée présentait, au bout d'une heure environ, une fluorescence bleu verdâtre qui a persisté longtemps. La rapidité avec laquelle la coloration rouge vif, observée au début de l'expérience, a disparu, doit être attribuée à l'extrême oxydabilité de la ptomaïne.

» C'est cette oxydabilité qui a rendu si difficile la préparation à l'état de pureté des sels que j'ai étudiés et de l'iodométhylate.

» En résumé, les deux ptomaïnes ($C^8H^{11}Az$ et $C^{10}H^{15}Az$), dont j'ai communiqué la découverte et présenté l'étude chimique à l'Académie, appartiennent bien à la série pyridique; elles se distinguent des ptomaïnes obtenues par différents auteurs, en ce qu'elles ne constituent pas des hydrures de cette série. Cependant, il importe de reconnaître que leurs sels doubles sont moins stables, en général, que ceux des alcaloïdes pyridiques.

» Il me reste à faire connaître quelques-unes de leurs actions physiologiques; cette étude fera l'objet de nouvelles Communications. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence exercée par les matières extractives sur le titre alcoolique réel des spiritueux*. Note de M. Ch. Blarez.

« 1. Les eaux-de-vie et les rhums renferment toujours naturellement une petite quantité de matières extractives diverses, provenant, la plupart du temps, des matières solubles des fûts dans lesquels ils ont séjourné ou vieilli. Ces matières astringentes et colorées n'excèdent généralement pas

la proportion de 2^{gr} à 3^{gr} par litre, et elles n'influent sur le titre alcoolique réel que d'une manière négligeable. Il n'en est plus de même lorsqu'on ajoute directement au liquide alcoolique du sucre cristallisable, de la glucose ou de la glycérine, dans le but, soit de modifier sa saveur en le rendant plus agréable au palais, soit dans celui de fournir un titre apparent notablement inférieur au titre réel : d'où la nécessité de procéder à une distillation lorsqu'on veut connaître ce dernier. Cette distillation, facile à conduire lorsqu'il s'agit de liquides pesant moins de 50°, devient très difficultueuse, lorsqu'on est en présence de spiritueux à titres élevés, si l'on ne veut pas avoir de pertes. L'opération, qui consiste à réduire le titre alcoolique par dilution préalable, entraîne très souvent des erreurs que l'on multiplie ensuite.

» Le but de cette Note est d'indiquer un procédé opératoire permettant, dans tous les cas, une vérification de la distillation et souvent d'y suppléer.

» 2. Un liquide alcoolique étant donné, son titre alcoolique apparent, son titre réel et sa teneur en matières extractives, sont trois choses reliées entre elles par une relation que nous avons étudiée.

» Nous avons eu occasion d'analyser, à ce point de vue, un grand nombre d'eaux-de-vie, de rhums et de tafias : la force de ces liquides a varié de 28° à 76°, en même temps que nous y avons trouvé des matières extractives oscillant entre 0^{gr} et 40^{gr} par litre. Cette matière extractive, à part une ou deux exceptions, était formée en presque totalité de sucre.

» Les résultats de ces expériences, faites avec des produits industriels et commerciaux, nous ont montré qu'il était possible de passer par le calcul du titre apparent au titre réel, en ajoutant au premier un nombre de degrés obtenu en multipliant le nombre de grammes de matières extractives par litre par un certain coefficient. Nous avons trouvé, en outre, que ce coefficient variait avec la force alcoolique réelle du liquide analysé.

» En inscrivant sur un papier quadrillé les différentes valeurs observées se rapportant à des titres alcooliques divers et en réunissant par une ligne les points ainsi marqués, nous avons obtenu une parabole assez régulière.

» 3. Pour éviter autant que possible les causes d'erreurs et en tenant compte de ce que, presque toujours, le sucre constitue la majeure partie de l'extractif, nous avons fait en même temps des expériences sur des liquides synthétiques obtenus avec de l'alcool, de l'eau et du sucre, en faisant varier les proportions de ce dernier de 5^{gr} à 40^{gr} par litre.

» Les résultats moyens de tous ces essais nous ont servi à obtenir la

formule suivante, donnant le coefficient à employer en fonction du titre alcoolique réel δ :

$$\text{coefficient} = 0{,}58 - 0{,}0108\delta + 0{,}0000064\delta^2.$$

» La Table suivante représente, dans la colonne A, les coefficients calculés pour un certain nombre de titres alcooliques réels :

	A.	B.	C.
Pour un titre réel de 25°	0,35	0,393	0,233
» 30	0,30	0,360	0,215
» 35	0,28	0,307	0,186
» 40	0,25	0,269	0,164
» 45	0,223	»	»
» 50	0,20	0,218	0,137
» 55	0,179	»	»
» 60	0,16	0,194	0,126
» 70	0,151	0,177	0,118
» 80	0,125	»	»

» 4. Pour appliquer ces données, il faut : 1° déterminer exactement le titre alcoolique apparent du spiritueux à 15°; 2° évaluer la teneur en matières extractives, en grammes et par litre, par évaporation de 20^{cc} du liquide; 3° faire un premier calcul en employant le coefficient applicable au titre apparent trouvé, et ajouter le produit obtenu à ce titre apparent : on se rapproche ainsi du titre réel. Mais, pour avoir ce dernier, il faut faire un second calcul, en utilisant, cette fois-ci, le coefficient correspondant au titre *réel approximatif;* car ce coefficient est calculé en fonction, non pas du titre apparent, mais bien du titre réel.

» *C'est ce dernier produit qui doit être ajouté au titre apparent.*

» Si la matière extractive est faible, 4^{gr} à 5^{gr} par litre, un seul calcul est suffisant. Si elle est plus considérable, non seulement il faut les deux calculs successifs, mais on doit encore en examiner la nature. Si l'on avait affaire à un alcool *glycériné*, il faudrait employer les coefficients inscrits dans la colonne C. Si la matière extractive était formée de glycérine et de sucre, on pourrait prendre un coefficient intermédiaire.

» 5. On peut aussi calculer empiriquement ces coefficients, en admettant que la matière extractive soit uniquement formée de sucre, et que ce dernier corps se dissout dans le liquide alcoolique sans changement de densité (1,6).

» Un exemple suffira à montrer la marche à suivre :

1^lit d'alcool, à 50° centésimaux et à 15°, pèse	934gr,800
Si l'on enlève 20cc du liquide, il en restera	916gr,104
Si on les remplace par 20cc de sucre pur (dont le poids sera de 32gr), on aura	948gr,104
L'augmentation de poids résultant de cette substitution est donc de.	13gr,304
rapportable à 32gr de sucre par litre, soit 0gr,4157 par gramme de sucre, c'est-à-dire que la densité est modifiée de	+ 0,0004157

» D'un autre côté :

La densité, à 15°, de l'alcool à 50° C. étant........................	0,9348
» à 15°, » 49° »	0,9367
On voit que la différence, pour 1° d'alcool, est de................	0,0019

Si cette différence 0,0019 se rapporte à 1°, celle de 0,0004157 devra s'appliquer à 0°,218. Ce nombre est très voisin de 0°,20, fourni par l'expérimentation directe.

» C'est ainsi que nous avons calculé certains coefficients qui se trouvent inscrits dans la Table précédente à la colonne B.

» 6. En appliquant les raisonnements ci-dessus à des *alcools glycérinés* et en admettant encore ici que, dans ces mélanges, la glycérine ne change pas de densité (1,26), on peut calculer les coefficients relatifs à la présence de ce corps dans les spiritueux. Nous avons donné ces coefficients dans la colonne C.

» Voici maintenant quelques résultats de contrôle :

Force alcoolique réelle.	25°,8.	39°,6.	42°,4.	48°,1.	62°,1.
Coefficient expérimental...	0,227	0,162	0,156	0,133	0,126
» calculé........	0,228	0,165	0,160	0,131	0,124

» En moyenne, le coefficient se rapportant au sucre est 1,6 fois celui qui s'applique à la glycérine.

» 7. Avec la glucose, dont la densité est égale à 1,55, les résultats sont presque identiques à ceux que donne la saccharose. On doit toutefois employer les coefficients de la colonne A. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la toxicité des produits solubles des cultures tuberculeuses.* Note de MM. **J. Héricourt** et **Charles Richet**, présentée par M. Verneuil [1].

« Nous avons étudié la toxicité des produits solubles des cultures tuberculeuses préparées de la manière suivante :

» Soient des cultures de tuberculose aviaire en milieu liquide, d'après la formule de MM. Nocard et Roux; au bout d'un mois, ces cultures, très chargées de microbes, sont exposées à une température de 65° pendant dix jours, et évaporées jusqu'à consistance sirupeuse. La masse est alors mise en digestion avec l'alcool à 90°, pendant quarante-huit heures. Le précipité insoluble est formé par la peptone, les bacilles tuberculeux morts, et d'autres produits insolubles dans l'alcool, lequel a dissous la glycérine et divers produits extractifs.

» Cet extrait insoluble dans l'alcool peut être dissous dans l'eau et injecté à des lapins, de manière à déterminer sa puissance toxique [2].

» Cette étude est fort difficile; car, contrairement à ce qui existe pour la plupart des substances toxiques, il y a des morts tardives, à cinq, dix, huit, même quinze jours de distance. Cette mortalité tardive nous a paru très irrégulière, pour des causes que nous ne connaissons pas encore.

» Aussi, pour simplifier, ne traiterons-nous pas de ces actions toxiques à longue échéance, mais seulement des intoxications immédiates, c'est-à-dire survenant vingt-quatre ou au plus tard quarante-huit heures après l'injection.

---

(1) Bien qu'au point de vue pratique le procès de la lymphe du professeur Koch soit jugé sans appel possible, il n'est pas sans intérêt, au point de vue scientifique, de faire connaître les résultats de recherches expérimentales sérieusement faites sur la propriété des cultures tuberculeuses.

Ces recherches, faites par MM. Héricourt et Ch. Richet, confirment en partie les faits annoncés par le professeur de Berlin, et montrent en même temps combien il eût été nécessaire d'étudier ces dangereuses cultures avant d'en faire imprudemment l'emploi chez l'homme malade. (Note de M. Verneuil.)

(2) Les cultures tuberculeuses en milieux liquides deviennent de moins en moins virulentes par leurs passages successifs de milieu liquide à milieu liquide.

» Voici le résumé de trente-six expériences, faites sur des lapins normaux, pesant à peu près 2^{kg} :

	Quantités injectées.		
	3^{gr}	Vie	Inj. périton.
	2	Mort prompte	Id.
	1,50	Vie	Id.
	1,20	Vie	Inj. vein.
	1,00	Vie	Inj. périton.
	0,75	Vie	Inj. vein.
V expériences....	0,50	Vie	Id.
	0,40	Vie	Id.
	0,30	Vie	Id.
XV expériences....	0,25	Vie	Id.
	0,22	Mort	Id.
III expériences....	0,20	Vie	Id.
II expériences....	0,10	Vie	Id.
	0,05	Vie	Id.
	0,03	Vie	Id.

» Nous pouvons donc éliminer, comme tout à fait exceptionnelle, l'expérience dans laquelle $0^{gr},22$ ont déterminé la mort, et considérer que la dose toxique est voisine de 2^{gr}.

» Mais, sur des lapins tuberculeux, et restant, malgré leur tuberculose, en bon état de santé (quelque paradoxale que puisse paraître cette expression), la dose toxique est tout à fait différente, comme l'indiquent les expériences suivantes, faites avec les mêmes extraits, dans des conditions tout à fait comparables :

Quantités injectées.	
$0^{gr},40$	mort
0,35	mort
0,30	mort (tardive, le neuvième jour)
0,25	mort
0,25	mort
0,25	mort
0,25	mort (tardive, le sixième jour)
0,25	vie
0,25	vie
0,25	vie
0,25	vie

» Donc, chez les lapins tuberculeux à des degrés divers, et qui auraient

sans doute vécu plusieurs semaines ou plusieurs mois s'ils n'avaient pas reçu cette injection d'extrait tuberculeux, la dose toxique est très voisine de 0,25, c'est-à-dire huit fois plus faible que la dose toxique chez les lapins non tuberculeux.

» L'explication de ces résultats remarquables est évidemment difficile; aussi est-ce à la constatation des faits que nous avons donné toute notre attention, sans nous attacher à en tirer une déduction théorique ou thérapeutique ([1]). »

M. **Darboux**, en présentant le premier numéro de la « Revue bourguignonne de l'Enseignement supérieur », s'exprime en ces termes :

« Les professeurs des Facultés et de l'École de Médecine et de Pharmacie de Dijon ont suivi l'exemple qui leur était donné dans d'autres centres universitaires. Le nouveau Recueil, que je me permets de recommander à toute la bienveillance de l'Académie, est destiné à faire connaître leurs travaux, qui se rattachent aux quatre branches de l'Enseignement supérieur, droit, sciences, lettres, médecine. On comprendra que je signale plus particulièrement ici un article de M. Méray *Sur la théorie des radicaux*, qui sera lu avec intérêt par les géomètres. »

M. **G. Barbier** adresse une Note sur les « Combinaisons des phénols avec la diméthyloxyquinizine ».

M. **J.-P. Metzler** adresse un Mémoire ayant pour titre : « La Terre, sa formation et celle de ses êtres ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mars 1891.

Collections de Mémoires relatifs à la Physique, publiés par la Société française de Physique. — Tome V : *Mémoires sur le pendule,* seconde Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; un vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Wolf.)

Échinides éocènes de la province d'Alicante; par M. G. Cotteau. II[e] fasc., Pl. IX-XVI (*Mémoires de la Société géologique de France*). Paris, au siège de la Société, 1891; in-f°.

Traité de Zootechnie générale; par Ch. Cornevin. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; un vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Chauveau. — Renvoyé au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Dépôts carbonifères et puits artésiens dans la région de Moscou. — Carte géologique générale de la Russie, feuille 57; *par* S. Nikitin. Saint-Pétersbourg, Eggers et C[ie], 1890; 2 vol. in-f°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers. Tome quatrième (année 1890). Angers, Lachèse et Dolbeau, 1891; in-8°.

Origine des forces de la nature. Nouvelle théorie remplaçant celle de l'attraction; par Guillaume Poche. Paris, G. Masson; 1 vol. in-18.

Studies of old case-books; by Sir James Paget. London, Longmans, Green, and Co, 1891; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Catalogue of the Crawford library of the royal Observatory Edinburgh. Edinburgh, published by autority of Her Majest's Government, MDCCCXC; gr. in-4°.

« *The electrician* », *electrical trades' directory and handboock for* 1891. London, 1891; gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MARS 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain sera remise au lendemain, mardi 31 mars.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Cahours*, Membre de la Section de Chimie, décédé le 17 mars, s'exprime comme il suit :

« L'Académie vient d'éprouver une grande perte par le décès de M. Cahours, survenu mardi dernier, 17 de ce mois, non à la suite d'une maladie

aiguë, mais par l'effet d'un affaiblissement dont nous avions tous pu constater, depuis plus d'une année, les visibles et incessants progrès. En lui, la science perd l'un des hommes qui, depuis près d'un demi-siècle, ont le plus contribué à étendre son domaine, et nous, nous perdons, les uns un cher et excellent ami, les autres un aimable et toujours bienveillant Confrère.

» Je ne saurais, faute d'une compétence suffisante, faire ressortir comme il conviendrait toute l'importance des travaux dont M. Cahours a doté la Chimie et la Physique; je puis dire toutefois que la grande valeur de la plupart d'entre ceux qu'on lui doit avait été déjà reconnue et proclamée, dès 1868, par l'Académie lorsqu'elle l'appela, dans la Section de Chimie, à remplacer l'illustre Dumas qui venait d'être élu par elle Secrétaire perpétuel; je dois ajouter que, depuis cette époque, notre laborieux Confrère avait su se créer de nouveaux titres à la haute estime du monde savant. Au mérite supérieur qui le distinguait comme homme de Science, ceux qui l'ont vu de près savent qu'il joignait les plus rares qualités de l'esprit et du cœur; aussi sa mort cause-t-elle, à ces divers points de vue, de profonds et durables regrets. »

CHIMIE. — *Action de la chaleur sur l'oxyde de carbone;* par M. **Berthelot**.

« L'oxyde de carbone subsiste jusqu'aux températures les plus élevées, et sa densité gazeuse demeure constante, c'est-à-dire sensiblement identique à celle de l'azote, jusque vers 4000°, d'après les expériences sur les mélanges gazeux explosifs. Cependant, ce composé si stable donne lieu à des indices de décomposition, avec production de traces de charbon et d'acide carbonique, à des températures beaucoup plus basses, telles que le rouge vif, d'après H. Sainte-Claire Deville, et même le rouge sombre, suivant mes anciennes observations. Ces phénomènes sont-ils dus à une dissociation véritable, comme on l'a pensé jusqu'ici, une quantité constante d'oxygène étant unie au carbone en deux proportions différentes et tendant à se séparer successivement, suivant l'équation de dissociation

$$O^2C^2 = O^2C + C?$$

» Mais il paraît difficile de comprendre comment une semblable tension de dissociation, déjà sensible vers 600° à 700°, au lieu de s'accroître rapide-

ment avec la température, suivant la loi générale de cet ordre de phénomènes, demeurerait toujours excessivement faible, jusque vers 3000° ou 4000°.

» L'apparition directe du charbon dans une dissociation supposée accomplie à une température relativement peu élevée doit augmenter encore les doutes, si l'on se rappelle que le charbon n'est point le véritable élément carbone, mais seulement un polymère plus ou moins élevé de cet élément, ainsi que je l'ai montré d'ailleurs (1) : aussi le charbon n'apparaît-il jamais comme produit *direct* des décompositions accomplies à basse température.

» Ce sont là des questions fort importantes pour la discussion des théories thermodynamiques de la Chimie.

» Aussi ces faits et ces considérations m'ont-ils engagé à étudier de plus près l'action de la chaleur sur l'oxyde de carbone. J'ai reconnu que si l'on soumet ce gaz à des températures de plus en plus abaissées, il arrive un degré tel que l'acide carbonique continue à se manifester, précisément comme à une température plus haute, mais sans qu'il apparaisse la moindre trace de charbon. Le phénomène est très sensible dans des tubes de verre desséchés rigoureusement, remplis d'oxyde de carbone tout à fait pur, scellés à la lampe, puis maintenus pendant une heure ou deux à une température voisine de 500° à 550°, voisine de celle du ramollissement du verre. J'ai répété un grand nombre de fois l'expérience avec des soins minutieux, afin d'exclure absolument la moindre trace d'air et d'humidité. L'oxyde de carbone était tiré par ébullition d'une solution saturée de ce gaz dans le chlorure cuivreux acide, solution préparée elle-même au moyen d'un gaz déjà dissous dans une première solution semblable; l'oxyde de carbone était d'ailleurs purifié d'abord par la potasse liquide, puis par la potasse solide, lavé dans le protochlorure de chrome, pour éviter toute trace d'oxygène, enfin desséché rigoureusement, au moyen de l'acide sulfurique et de la potasse fondue. Dans ces conditions, j'ai constamment obtenu de l'acide carbonique : la dose formée est faible, 3 à 4 millièmes environ; mais elle est, sinon identique, du moins comparable à celle que l'on obtient en faisant passer très lentement l'oxyde de carbone dans des tubes de porcelaine chauffés au rouge. A ce point de vue, la réac-

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 137. — *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 476; 1866.

tion, je le répète, est la même ; la proportion d'oxyde de carbone décomposée variant peu, soit vers 500°, soit au rouge sombre, soit au rouge vif. Mais voici la différence : au rouge vif, et même au rouge modéré, il se dépose vers les extrémités des tubes deux anneaux de charbon très visibles ; tandis que vers 500° à 550°, avec une dose comparable d'acide carbonique formé, il a été impossible d'observer la moindre trace de charbon [1].

» C'est là une circonstance fondamentale. En effet, elle exclut l'idée d'une dissociation directe de l'oxyde de carbone. L'acide carbonique ne saurait résulter ici que d'une décomposition proprement dite, c'est-à-dire d'une condensation moléculaire, avec formation d'un produit complémentaire, stable vers 500°, mais qui se décompose au rouge en déposant du charbon. C'est en vertu du même mécanisme que l'acide carbonique est formé aux dépens de l'oxyde de carbone par l'action de l'effluve, action comparable sous bien des rapports à celle de la chaleur, dont elle se distingue surtout par sa durée excessivement courte. Or l'effluve condense plusieurs molécules d'oxyde de carbone, en donnant lieu à la fois à de l'acide carbonique et à des sous-oxydes, par exemple

$$5C^2O^2 = C^8O^6 + C^2O^4.$$

» Ces sous-oxydes dérivent sans doute d'une polymérisation initiale de l'oxyde de carbone, qui est un anhydride formique, composé incomplet et dès lors très apte à éprouver de semblables condensations [2].

» En opérant par la chaleur, vers 500° à 550°, la dose d'acide carbonique est faible et il ne m'a pas été possible d'isoler soit en refroidissant les pointes des tubes, soit autrement, le sous-oxyde complémentaire ; sans doute parce qu'il se trouve, à l'état de gaz ou de vapeur, noyé dans l'excès d'oxyde de carbone.

» Mais l'apparition même de l'acide carbonique, à dose comparable, soit au rouge, soit à 550°, tantôt avec production de charbon, tantôt sans dépôt de cet élément, ne laisse guère de doute sur le mécanisme même de la décomposition. Ce n'est pas une dissociation simple ; mais la décomposition doit être précédée par une polymérisation, le produit condensé se séparant aussitôt en acide carbonique et sous-oxydes : entre ces composés,

---

(1) Le verre, d'ailleurs, n'est pas attaqué à l'intérieur des tubes.

(2) Voir à cet égard dans ma *Leçon sur l'isomérie*, professée devant la Société chimique de Paris le 27 avril 1863, p. 19, la *Théorie de la polymérie*.

on conçoit d'ailleurs l'existence d'une dissociation complexe, où intervient l'oxyde de carbone et qui limite la transformation ([1]). Le mécanisme de cette transformation singulière rentrerait, dès lors, dans les mêmes lois que les polymérisations et décompositions pyrogénées des carbures d'hydrogène ([2]). »

CHIMIE. — *Sur une réaction de l'oxyde de carbone;* par M. **Berthelot.**

« Dans le cours des recherches précédentes, j'ai observé une réaction caractéristique de l'oxyde de carbone et qu'il me paraît utile de signaler : ce gaz réduit l'azotate d'argent ammoniacal. On prépare le réactif en ajoutant à une solution étendue d'azotate d'argent de l'ammoniaque diluée goutte à goutte, jusqu'à la limite où le précipité formé d'abord se redissout entièrement, mais sans aller plus loin. Si l'on fait passer dans cette liqueur quelques bulles d'oxyde de carbone, elle ne tarde pas à brunir, même à froid; à l'ébullition, elle donne lieu aussitôt à un très abondant précipité noir. La réaction a lieu également avec une solution aqueuse d'oxyde de carbone. Elle est extrêmement sensible et s'effectue même en présence d'une grande quantité d'air. Elle pourra dès lors servir à reconnaître la présence d'une trace d'oxyde de carbone dans une atmosphère gazeuse, pourvu qu'il n'y ait point d'autre substance réductrice. La réaction est d'autant plus digne d'intérêt que les formiates alcalins ne réduisent pas l'azotate d'argent ammoniacal et que l'hydrogène pur ne le réduit pas davantage; du moins lorsqu'il a été lavé avec soin dans une solution de permanganate de potasse, afin de le débarrasser de toute trace de gaz réducteurs.

» Cette réaction fournit un nouveau rapprochement entre l'oxyde de carbone et les aldéhydes, composés incomplets, du même ordre à certains égards. »

([1]) On aurait en général

$$nC^2O^2 = C^{2n}O^{2n},$$
$$C^{2n}O^{2n} = C^{2n-2}O^{2n-4} + C^2O^4.$$

Le plus simple de ces sous-oxydes répondrait à l'acétylène, soit C^4O^2 ou $\text{Ɵ}^2\text{Θ}$ en atomes, et serait probablement gazeux.

([2]) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 132.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'odeur propre de la terre;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« On connaît l'odeur spéciale et qui n'est pas sans agrément, émise par la terre végétale récemment mouillée, après une courte pluie par exemple. Nous avons fait quelques essais pour en rechercher l'origine. Ces essais tendent à établir que le principe essentiel de cette odeur réside, dans un composé organique, neutre, de la famille aromatique, et qui est entraîné par la vapeur d'eau, à la façon des corps possédant une très faible tension. L'odeur en est pénétrante, presque piquante, analogue à celle des matières camphrées, distincte d'ailleurs de celle des nombreuses substances connues de nous. Quant à la proportion, elle est extrêmement faible et peut être regardée comme voisine de quelques millionièmes.

» Ce nouveau principe n'est ni un acide, ni un alcali, ni même un aldéhyde normal; ses solutions aqueuses concentrées sont précipitables par le carbonate de potasse, avec production d'un anneau résineux. Chauffées avec la potasse, elles développent une odeur acre, analogue à la résine d'aldéhyde. Elles ne réduisent pas le nitrate d'argent ammoniacal. Enfin elles donnent lieu, dans les conditions connues, c'est-à-dire par l'emploi de la potasse et de l'iode, à une abondante formation d'iodoforme (¹), propriété commune d'ailleurs à un grand nombre de substances.

» Voici comment nous avons constaté ce principe. On a pris 3^{kg} de terre végétale, mélange de sable argileux faiblement calcaire et de matière humique qui constitue le sol des prairies de la Station de Chimie végétale de Meudon. Après l'avoir minutieusement débarrassée de tous débris organique visible, on l'a placée dans un alambic de verre, en s'arrangeant pour que la matière contînt 10 à 12 centièmes d'eau au moins. L'alambic a été plongé dans un bain-marie et maintenu, vers 60°, pendant plusieurs heures. L'eau condensée s'écoulait à mesure par le bec de l'alambic. On en a recueilli 175^{cc}, doués de l'odeur spécifique. Cette eau distillée a été rectifiée

(¹) Cependant nous n'avons rencontré dans les produits volatils émis par la terre végétale que nous étudiions ni furfurol, ni acétone, non plus que l'alcool ordinaire, signalé par M. Müntz dans certaines terres, où son existence est d'ailleurs facile à expliquer. Mais elle ne paraît pas constituer un fait général.

de nouveau, de façon à obtenir seulement 20^{cc}. L'odeur s'exalte dans le produit volatilisé, sans cependant disparaître entièrement dans le résidu non évaporé : ce qui atteste la faible tension de vapeur du produit, assimilable sous ce rapport au camphre ou au menthol. Ce liquide offre une réaction alcaline; il contient de l'ammoniaque et réduit le nitrate d'argent ammoniacal; dernière réaction due à quelque alcali pyridique ou analogue, car il suffit de distiller de nouveau avec une trace d'acide sulfurique étendu pour obtenir un liquide neutre, privé d'action réductrice, et qui cependant conserve toujours son odeur propre. L'addition d'un alcali à la liqueur ne fait pas davantage disparaître l'odeur, du moins immédiatement.

» Les 20^{cc} ont été réduits par deux nouvelles distillations à 1^{cc}. L'odeur s'exalte de plus en plus. A ce centimètre cube on a ajouté du carbonate de potasse pur et cristallisé : la liqueur s'est troublée aussitôt; il a fallu quelques heures pour l'éclaircir et il s'est formé à sa surface un anneau résineux, presque insensible, représentant tout au plus 1 à 2 centigrammes d'une matière que nous n'avons réussi à identifier avec aucun principe connu; mais les réactions décrites plus haut permettent au moins d'en assigner le caractère général.

» La distillation de la terre chauffée au bain-marie, après mélange avec un peu de chaux éteinte, a formé un liquide plus riche en alcalis volatils, comme on devait s'y attendre; mais le principe neutre et aromatique s'y trouvait également, sans que la proportion en parût augmentée. »

BOTANIQUE. — *Contribution à la biologie des plantes parasites;* par M. A. Chatin

« L'idée que les plantes parasites puisent une nourriture qu'elles n'auraient presque plus à modifier a été formulée par le grand botaniste Pyrame de Candolle en ces termes :

» Les plantes parasites dépourvues de feuilles tirent d'autres plantes feuillées un suc déjà élaboré, et ensuite porté dans les fleurs et les fruits (¹).

» Après avoir énoncé le fait de la non-élaboration de la sève par les parasites privés de matière verte, de Candolle l'explique par l'absence,

---

(¹) D. C., *Physiologie*, p. 208.

dans ces plantes, de stomates et de vaisseaux spiraux [1], ce qu'appuyait un certain nombre d'observations anatomiques de son temps, signalant l'absence de stomates dans la Cuscute, le *Cytinus* et le *Rafflesia*, auxquels on peut en ajouter quelques autres, tels que l'Orobanche du Chanvre et le *Lathrœa Squammaria*.

» Mais des stomates ont été vus par M. Duchartre dans la Clandestine, par Vaucher dans une Orobanche, par moi-même dans le *Cuscuta Epithymum* (rare), les *Cassytha*, qui les ont nombreux et transverses, les *Orobanche atrorubens*, *Epithymum*, *Eryngii*, *Galii*, les *Phelipea cœrulea* et *arenaria*, l'*Anoplanthus*, l'*Epiphegus*, le *Conopholis*, l'*Æginetia*, le *Bosniakia*, l'*Hyobanche*.

» Quant aux trachées, si elles manquent au *Clandestina* et au *Lathrœa*, je les ai trouvées, souvent même assez déroulables, chez les *Cytinus*, *Hydnora*, *Cynomorium*, *Balanophora*, *Helosis*, et dans toutes les Orobanchées.

» A noter que souvent les vaisseaux, courts et simplement ponctués ou rayés dans le suçoir et la tige des parasites, s'allongent et passent à la trachée dans les écailles des mêmes espèces.

» On put regarder, comme témoignant de la non-élaboration par les parasites, le Gui du Chêne, plus riche en tanin et doué, disait-on, de plus de vertus médicales que celui des autres arbres et, surtout, la présence de la strychnine chez des *Loranthus* venus sur le *Strychnos Nux-vomica*.

» On verra ce que valent ces prétendues preuves; mais nous ferons tout d'abord remarquer que l'opinion suivant laquelle les parasites n'élaboreraient pas, ou peu, la sève puisée dans leurs nourrices, ne tient pas devant cette simple considération : qu'elles forment elles-mêmes leurs tissus, la charpente de tous leurs organes, dont les aliments n'ont pu leur arriver qu'à l'état de dissolution.

» J'ajoute que, d'après mes recherches, le Gui, quelle que soit sa provenance, qu'il ait vécu sur le Chêne ou le Pommier, le Peuplier ou le Robinier, etc., ne renferme pas le tanin *bleu* du Chêne, mais uniquement le tanin *vert*.

» Quant au *Loranthus* du *Strychnos*, je peux affirmer qu'il ne contient aucune trace de strychnine ni de brucine, alcaloïdes que j'ai inutilement recherchés, il y a bientôt vingt ans, dans un assez gros lot de ce *Loranthus*. L'extrait de cette plante n'avait d'ailleurs aucune action toxique sur de petits oiseaux et les souris; des résultats analogues ont été fournis par

---

(1) De Candolle, *Physiologie végétale*, t. III, p. 1405.

des *Balanophora* qui, développés sur le *Cinchona Calisaya*, ne renfermaient aucun des alcaloïdes du Quinquina.

» Des faits qui précèdent, je rapprocherai les suivants :

» Les *Loranthus* venus sur des Orangers ne participent pas à la coloration jaune du bois de ceux-ci ;

» L'Orobanche du Chanvre n'a rien de son odeur vireuse;

» L'*Hydnora africana* si recherché, comme aliment, par les Hottentots et les habitants du Cap, qui le nomment *Kanimp*, *Kanip*, croît sur une Euphorbe âcre et même vésicante.

» A la suite des faits établissant que les plantes parasites élaborent, au point de les faire disparaître, certains principes de leurs nourrices, s'en placent beaucoup d'autres démontrant qu'elles peuvent créer, avec les éléments absorbés, des produits nouveaux.

» Et tout d'abord la *glu*, cette substance si abondante dans le Gui de toute origine, manque à ses nourrices : donc la glu est formée par le Gui.

» Les *granules résinoïdes* que contiennent les utricules du *Cytinus* et du *Cynomorium* ne se retrouvent pas dans les Cistes, etc., sur lesquels vivent ces parasites ; il en est de même de l'huile que l'on trouve formant de nombreuses et grosses gouttelettes dans les cellules des *Balanophora, Brugmansia, Langsdorfia et Ombrophytum.*

La *fécule* abonde dans le parenchyme et, parfois (*Lepidoceras*), jusque dans les fibres du bois, d'un grand nombre de plantes parasites chez lesquelles elle s'est nécessairement organisée (*Cytinus, Hydnora, Balanophora, Helosis, Lophophytum, Ombrophytum, Brugmansia, Langsdorfia, Rafflesia, Frostia, Apodanthes, Cuscuta, Cassytha, Orobanche, Hyobanche, Viscum, Loranthus, Misodendron*, etc.).

» Cette abondance de fécule, qui fait de quelques espèces parasites aphylles et charnues des sortes de tubercules amylacés, explique leur emploi dans l'alimentation de certains pays.

» Des *liquides* de couleur bleue, jaune, rouge, etc., manquant aux nourrices, sont contenus dans les cellules épidermiques, et parfois, dans le parenchyme des *Phelipœa cœrulea* et *arenaria, Orobanche citrina* et *cruenta, Cuscuta Epithymum, densiflora* et *major, Cytinus* et *Cynomorium, Pedicularis palustris* et *silvatica, Melampyrum arvense, cristatum, nemorosum* et *silvaticum*, pour ne citer que des espèces très répandues ([1]).

([1]) Je cite ces Rhinanthacées, comprises dans cette étude, comme le Gui et le *Lorunthus*, quoique pourvues de chlorophylle.

» On pourrait multiplier, par une analyse moins sommaire, les exemples de produits existant dans les parasites, à l'exclusion des espèces nourricières, mais je ne citerai plus que le fait suivant, qui intéresse à la fois les agriculteurs et les botanistes :

» Les propriétaires de prairies ne le savent que trop, et aussi les préparateurs d'herbiers, sans que ni les uns ni les autres n'aient trouvé encore un moyen satisfaisant de s'y opposer, toutes les Rhinanthacées vraies, et, en particulier les *Rhinanthus glabra* et *hirsuta*, fort répandus dans les prés secs, le *Melampyrum arvense*, qui envahit les luzernes de nouvelle création, succédant aux blés, le *Pedicularis palustris* des prairies basses, déprécient les fourrages par la coloration noire qu'ils prennent en séchant; quant aux botanistes, ils ont le chagrin de ne plus avoir en herbier que des herbes noircies, au lieu de Rhinanthacées (*Melampyrum arvense, cristatum, nemorosum, Pedicularis palustris, gyroflexa, incarnata, rosea, rubens, versicolor*, etc.), aux teintes si brillantes au moment où ils les cueillaient. Or cette matière, incolore et inaltérable dans les sucs végétaux, tant qu'elle y est protégée par la vie, et qui noircit dans la plante morte en donnant naissance, ainsi que je l'ai constaté dans les essais auxquels je me suis livré à l'effet de conserver leur coloration naturelle aux échantillons d'herbier, à de l'acide carbonique avec l'oxygène de l'atmosphère ambiante (phénomène qui s'accélère au contact des alcalis, se ralentit sous l'influence des acides), n'existe chez aucune des espèces nourricières, lesquelles appartiennent, du reste, pour la plupart, à la famille des Graminées [1].

» Or on ne saurait refuser aux Rhinanthacées d'élaborer, de former elles-mêmes ce principe spécial, noircissant à l'air, qui n'existe pas chez leurs nourrices.

» Peut-être voudra-t-on, comparant les suçoirs des parasites aux racines des autres végétaux, ne voir en eux que les représentants de celles-ci; mais cet aperçu, juste à plusieurs égards, ne saurait être poussé trop loin, tant au point de vue de l'anatomie qu'à celui de la physiologie :

» 1° Parce que, le suçoir n'ayant pas de *piléorhize* (organe découvert dans les racines et dénommé par M. Trécul) absorbe par sa pointe même, ce qui n'a pas lieu pour la racine;

» 2° Parce que cette pointe du suçoir (que j'ai appelée *cône perforant*),

---

[1] J'ai observé une fois le *Pedicularis palustris* fixé sur les racines du *Valeriana dioica !*

que forme un tissu utriculaire fort délicat, au lieu de s'avancer sans rencontrer de résistance, comme la racine le fait dans le sol, pénètre, il est vrai, dans les bois les plus durs, mais par une action toute spéciale, ramollissant et dissolvant, au point de contact, les tissus qui font obstacle à sa marche;

» 3° Parce que les plantes à suçoirs sont loin d'avoir, pour le choix du substratum, la même indépendance que les plantes à racines.

» En effet, tandis que celles-ci ne forment, à ce point de vue, que trois catégories : les calcicoles, les silicicoles ou calcifuges et les indifférentes, les espèces parasites sont, pour un grand nombre d'entre elles, limitées dans leur possibilité de vivre à une seule plante nourricière : telles sont les Orobanches du Lierre, du Chanvre, de la Mille-feuille, de l'Armoise champêtre, de l'*Eryngium*, du Caille-lait, la Cuscute du Lin et celle de la Vigne, le *Cytinus* des Cistes, le *Rafflesia* des *Cissus*, l'*Hydnora* de l'*Euphorbia obtusifolia*, espèces qu'on peut comprendre sous les noms de parasites *monophytes* ou *unicoles*.

» Toutefois, un certain nombre d'autres parasites que nous appellerons *polyphytes* ou *pluricoles* ont, relativement aux précédentes, une certaine indépendance dans le choix des nourrices : tels le Gui, qui croît sur un grand nombre d'arbres (de Candolle en comptait déjà vingt-quatre il y a soixante ans); le *Loranthus europœus*, trouvé sur quatre espèces de Chênes, le Châtaignier et l'Oranger; telle surtout la Cuscute commune (*Cuscuta Epythymum*), cette terrible ennemie des Luzernes, etc., que de Candolle a vue se fixer, par suite de la chute d'une charretée de Trèfle *cuscuté* près la porte du Jardin botanique de M. d'Hauteville, à Vevey, sur des plantes appartenant à *trente* familles différentes!

» Sous ce rapport, on peut faire la remarque que les parasites fixées sur racines ou *radicicoles* (*Cytinus*, *Orobanche*, *Lathrœa*, *Rafflesia*, etc.) ne vivent que sur une seule plante ou un petit nombre d'espèces ordinairement voisines entre elles, contrairement aux parasites *caulicoles* (Cuscute, Gui, *Loranthus*), lesquelles prennent avec une sorte d'indifférence les nourrices les plus diverses.

» Cependant les espèces de cette dernière catégorie ont encore des préférences marquées : le Gui est commun sur le Pommier, dont il va jusqu'à atrophier les branches; encore assez commun sur le Peuplier et le faux Acacia, rare sur le Poirier, le Chêne et l'Aubépine.

» Au résumé, de tout ceci il ressort que, s'il faut aux espèces parasites une nourriture déjà élaborée et spéciale, celles-ci procèdent à une élabo-

ration nouvelle et complémentaire, déterminant : d'une part, la transformation de certains principes; d'autre part, la création de substances nouvelles.

» Ce pouvoir d'élaboration, varié comme en témoignent ses produits, sera d'autant plus remarqué, surtout dans les parasites aphylles et arhizes (*Cytinus*, *Rafflesia*, *Balanophora*, *Cuscuta*, etc.) que, comme je l'ai constaté pour le *Cytinus* et après M. Lory pour les Orobanches, ces végétaux privés de fonctions chlorophylliennes, sont réduits, comme les animaux, à la faculté de former de l'acide carbonique aux dépens de leur propre carbone, emprunté tout entier à la sève des espèces nourricières.

» L'action des parasites aphylles sur l'atmosphère ne diffère pas, d'ailleurs, de celle des fleurs, bien connue depuis Théodore de Saussure [1], physiologiquement véritables parasites appelant à elles, pour en former les couleurs les plus brillantes et les aromes les plus divers, la sève qu'elles tirent des rameaux feuillés qui les portent. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir glycolytique du sang chez l'homme;* par MM. **R. Lépine** et **Barral.**

« On sait que nous appelons *pouvoir glycolytique du sang* la perte pour 100 de sucre que ce sang subit s'il est maintenu une heure dans un bain-marie à 38°-39° C. Ayant eu l'occasion de saigner quelques malades, nous avons pu déterminer le pouvoir glycolytique de leur sang, d'après la méthode que nous avons précédemment indiquée. Voici les chiffres obtenus :

	Quantité en grammes de sucre pour 1000.			
	immédiatement.	après une heure à 39°.	Perte absolue.	Perte pour 100 (pouvoir glycolytique).
1er pneumonique	1,20	0,78	0,42	35
2e pneumonique	1,04	0,78	0,26	25
Urémique	1,0	0,77	0,23	23
Obèse	1,17	0,89	0,28	24
1er diabétique	5,07	4,9	0,17	3,3
2e diabétique	4,54	4,47	0,07	1,6
3e diabétique	3,48	3,23	0,25	7
4e diabétique	2,17	2,05	0,12	5,5
5e diabétique	3,38	3,3	0,08	2,1

(1) L'éminent naturaliste dont j'avais l'honneur d'inaugurer naguère, comme délégué de l'Académie des Sciences, la statue à Chamonix.

» Les cas précédents sont tous pathologiques; mais, si l'on tient compte de nos résultats antérieurs avec le sang de chien et de quelques-uns des chiffres précédents, notamment de ceux se rapportant aux malades urémique et obèse, qui certainement ne jouissaient pas d'un pouvoir glycolytique normal, on peut estimer que, chez l'homme sain, ce pouvoir est notablement supérieur à 25.

» Cela étant, on remarquera qu'il tombe très bas chez les diabétiques (parfois au-dessous de 2). On notera surtout que la *perte absolue* est *très faible* chez la plupart d'entre eux. Ce fait est d'autant plus important qu'une forte proportion de sucre, pour une même quantité de ferment, est une condition favorable à l'augmentation de la perte absolue, ainsi que le démontrent des expériences sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1891.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Savigny (*fondé par Mlle Letellier*). — MM. de Quatrefages, A. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Grandidier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et d'Abbadie.

Prix Da Gama Machado. — MM. A. Milne-Edwards, Blanchard, de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Brown-Séquard.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Bouchard, Marey, Verneuil, Richet, Charcot, Brown-Séquard, Larrey, Sappey, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Chauveau.

Prix Godard. — MM. Bouchard, Verneuil, Brown-Séquard, Richet, Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Larrey et Sappey.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Paraire** adresse une Note « Sur le maximum de rendement de la machine à vapeur ».

(Commissaires : MM. Cornu, Sarrau.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Millosevich* (304), *faites à l'Observatoire de Paris* (*Équatorial de la tour de l'Est*); par M[lle] **D. Klumpke**, présentées par M. Mouchez.

Dates 1891.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Planète — ✶. Æ.	Planète — ✶. Ⓓ.	Nombre de comparaisons.
Mars 13....	*a*	8,2	$-48^s,61$	$-6'.42'',4$	3:4
13....	*b*	9,5	$-22,90$	$+5.42,1$	6:4
17....	*c*	9,5	$-11,57$	$+3.21,0$	6:4

Positions des étoiles de comparaison.

✶.	Asc. droite moy. 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
$a = 2108$ BD $+17° = 595$ W.	$9^h.30^m.17^s,52$	$+0^s,83$	$+17°.43'.4'',2$	$-0'',7$	Weisse
$b = 2107$ BD $+17°$........	9.29.50,39	+0,83	17.30.47,2	−0,7	Rap. à *a*
$c = 2101$ BD $+17°$........	9.27.45,13	+0,80	17.32.45,9	−0,5	BD t. VI

Positions apparentes de la planète.

Dates 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Mars 13....	$14^h.39^m.52^s$	$9^h.29^m.29^s,74$	$\bar{1},585$	$+17°.36'.21'',1$	0,759
13....	15.26.27	9.29.28,32	$\bar{1},609$	17.36.28,6	0,784
17....	10.27.49	9.27.34,36	$\bar{2},865$	17.36.6,4	0,666

» *Remarques.* — La planète est de grandeur 12,8-13. Les observations ont été faites par angles de position et distances; celle du 13 mars

($14^h 39^m$) présentait plus de difficultés que les deux autres, à cause de la grande distance des astres, planète et étoile.

» L'étoile b a été rapportée à l'étoile a par 3:3 comparaisons d'angle de position et de distance. On a trouvé

$$\star\, b - \star\, a, \qquad \Delta Æ = -27^s{,}13, \qquad \Delta ⒟ = -12' 17'', 0. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la théorie des surfaces applicables.* Extrait d'une Lettre de M. J. **Weingarten** à M. Darboux.

« L'étude de vos *Leçons sur la théorie des surfaces* me conduit à vous présenter une remarque que j'ai faite, il y a quelques années, concernant les surfaces, dont le carré de l'élément linéaire possède la forme

$$ds^2 = du^2 + (u + \alpha v)\, dv^2,$$

contenue dans les équations (27), page 234 de la IIIe Partie des *Leçons*.

» En déterminant la situation d'un point P d'une surface par sa distance à l'origine des coordonnées rectilignes x, y, z, et par la longueur de la normale abaissée de cette origine sur le plan tangent au point P, c'est-à-dire en introduisant les paramètres

$$q = \frac{x^2 + y^2 + z^2}{2}, \qquad p = xc + yc' + zc'',$$

et conservant vos notations, on trouvera les relations

$$(1) \qquad \frac{\partial x}{\partial p} = -\rho\rho' \frac{\partial c}{\partial q}, \qquad \frac{\partial x}{\partial q} = \frac{\partial c}{\partial p} + (\rho + \rho') \frac{\partial c}{\partial q},$$

et les quatre analogues qui en découlent si l'on remplace x, c par y, c' et z, c''. Les lettres ρ, ρ' désignent les rayons de courbure principaux de la surface.

» Supposons que cette surface appartienne à la famille déterminée par l'équation aux dérivées partielles du second ordre

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial p^2} + (\rho + \rho') \frac{\partial^2 \varphi}{\partial p\, \partial q} + \rho\rho' \frac{\partial^2 \varphi}{\partial q^2} = 0,$$

dans laquelle φ représente une fonction *donnée* des variables p, q.

» Alors je dis que, pour tous les individus de cette famille, on aura les équations

$$(3)\qquad \begin{cases} x\, d\dfrac{\partial\varphi}{\partial q} + c\, d\dfrac{\partial\varphi}{\partial p} = d\xi, \\ y\, d\dfrac{\partial\varphi}{\partial q} + c'\, d\dfrac{\partial\varphi}{\partial p} = d\eta, \\ z\, d\dfrac{\partial\varphi}{\partial q} + c''\, d\dfrac{\partial\varphi}{\partial p} = d\zeta, \end{cases}$$

$d\xi$, $d\eta$, $d\zeta$ étant des *différentielles exactes*.

» En effet, donnons à $d\xi$ la forme $\xi_1\, dp + \xi_2\, dq$, on trouve, en faisant usage des équations (1),

$$\frac{\partial\xi_1}{\partial q} - \frac{\partial\xi_2}{\partial p} = \frac{\partial c}{\partial q}\left[\frac{\partial^2\varphi}{\partial p^2} + (\rho + \rho')\frac{\partial^2\varphi}{\partial p\,\partial q} + \rho\rho'\frac{\partial^2\varphi}{\partial q^2}\right] = 0,$$

à cause de l'équation (2), supposée remplie.

» Le carré de l'élément linéaire des surfaces dont les points Q sont déterminés par les coordonnées ξ, η, ζ correspondantes aux individus de l'ensemble des surfaces définies par l'équation (2) sera donné par la formule

$$d\xi^2 + d\eta^2 + d\zeta^2 = 2q\left(d\frac{\partial\varphi}{\partial q}\right)^2 + 2p\, d\frac{\partial\varphi}{\partial q}\, d\frac{\partial\varphi}{\partial p} + \left(d\frac{\partial\varphi}{\partial q}\right)^2,$$

qui démontre que toutes ces surfaces sont applicables les unes sur les autres, au moins dans celles de leurs parties qui correspondent au même domaine des variables p, q.

» Déterminons la fonction φ par l'équation

$$(4)\qquad \varphi = pq - p^2\frac{\beta}{2} - \frac{p^3}{3}.$$

» Le carré de l'élément linéaire des surfaces (3) correspondantes deviendra

$$\begin{aligned} d\xi^2 + d\eta^2 + d\zeta^2 &= 2q\, dp^2 + 2p\, dp\, d(q - \beta p - p^2) + [d(q - \beta p - p^2)]^2 \\ &= (2q - p^2)\, dp^2 + \left[d\left(q - \beta p - \frac{p^2}{2}\right)\right]^2. \end{aligned}$$

» La substitution

$$q = u + \beta p + \frac{p^2}{2}$$

lui donne la forme

$$d\zeta^2 + d\eta^2 + d\zeta^2 = du^2 + 2(u + \beta p)\, dp^2,$$

laquelle, après la substitution

$$p = \frac{\rho}{\sqrt{2}}, \qquad \beta = \alpha\sqrt{2},$$

ne diffère plus de la vôtre ci-dessus mentionnée.

» Du reste, toute la famille de surfaces définie par l'équation

$$\rho + \rho' = 2p + \beta$$

doit être regardée comme connue. Car cette équation aux différences partielles s'intègre aisément. Dans le cas où $\beta = 0$, cette famille coïncide avec celle qui a été étudiée par M. Appell. Les surfaces (3) relatives à ce cas sont les surfaces des centres de courbure des surfaces minima que j'ai signalées depuis trente ans.

» Mais, dans le cas où β ne s'évanouit pas, en rejetant un facteur constant de l'élément linéaire on peut faire $\beta = 1$. L'équation

$$ds^2 = du^2 + 2(u + v)\,dv^2$$

se change par une simple transformation en

$$ds^2 = t^2\,dr^2 + (t^2 - 1)\,dt^2 = d\xi^2 + d\eta^2 + d\zeta^2.$$

» En conséquence, la famille de surfaces applicable sur la surface de révolution

$$X = \alpha t \cos\frac{r}{\alpha}, \qquad Y = \alpha t \sin\frac{r}{\alpha}, \qquad Z = \int \sqrt{t^2 - \alpha^2 - 1}\,dt$$

est déterminable par quadratures.

» Par un théorème que j'ai donné, il y a trente ans, dans le *Journal de Crelle*, il est aisé de voir que l'on déterminera aussi par des quadratures les surfaces vérifiant l'équation

$$2(\rho' - \rho) = S(2\rho + 2\rho'),$$

$S(G)$ désignant la quantité $\frac{e^G - e^{-G}}{2}$.

» Introduisant les paramètres des lignes de courbure de ces dernières surfaces, on donnera de la manière la plus générale au carré de l'élément linéaire de la sphère de rayon 1 la forme

$$ds^2 = \frac{du^2}{S^2\left(\frac{\omega}{2}\right)} + \frac{dv^2}{C^2\left(\frac{\omega}{2}\right)},$$

S et C désignant les sinus et cosinus hyperboliques. Ces relations se rattachent d'une manière curieuse à celles que j'ai données autrefois. »

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Des déformations que présente après l'imbibition un système formé par la superposition de deux lames hygroscopiques, minces et homogènes, à proprietés différentes.* Note de M. J. VERSCHAFFELT.

« La dilatation que subit une lame mince homogène, par suite de l'imbibition, peut être la même dans toutes les directions, et, dans ce cas, la lame est dite *isotrope;* ou bien la dilatation est inégale, et alors la lame est *anisotrope*. Les mêmes cas peuvent se présenter pour une contraction due à la dessiccation; nous considérerons une contraction comme une dilatation à coefficient négatif.

» Lorsqu'une lame mince anisotrope se dilate, on observe toujours qu'il y a dans son plan deux directions perpendiculaires entre elles, telles que la dilatation est maxima suivant une de ces directions, et minima suivant l'autre; la dilatation totale d'une telle lame peut être considérée comme la résultante de deux dilatations anisotropes simples, dont les directions sont celles des dilatations maxima et minima; j'appelle *dilatation anisotrope simple* une dilatation qui consiste en ce que, dans le système, toutes les lignes parallèles à une certaine direction ne subissent aucun allongement et s'écartent les unes des autres d'une quantité proportionnelle à la distance qui les sépare.

» On peut démontrer le théorème suivant : *Tout système de dilatations anisotropes simples et isotropes se compose en un système de deux dilatations anisotropes simples, perpendiculaires entre elles.* Ce théorème s'applique aussi bien à des dilatations à coefficient négatif qu'à des dilatations à coefficient positif.

» Ces généralités permettent de trouver toutes les formes que peut affecter, après l'imbibition (ou la dessiccation), le système en question. Remarquons d'abord que la déformation produite par la dilatation d'une des lames est la même que celle à laquelle donnerait lieu une contraction équivalente de l'autre. Cette remarque nous permet de considérer une des lames comme seule active; et si au système de dilatations théoriques et réelles, subies par celle-ci, on applique le théorème énoncé plus haut, on voit qu'on peut considérer cette lame comme subissant théoriquement deux dilatations anisotropes simples, perpendiculaires entre elles; l'autre lame est considérée comme inerte.

» On peut faire voir que chacune de ces dilatations tend à produire une déformation cylindrique du système, qui, par la combinaison de ces deux actions, se courbe dans les deux directions de ces dilatations, en présentant dans chacune de ces directions une courbure proportionnelle à la dilatation correspondante.

» D'après cela, on peut classer toutes les formes que peut affecter le système en deux groupes : au premier se rattachent toutes les formes présentant des courbures principales de même signe; on les obtient lorsque les deux dilatations ont le même signe; au second se rattachent toutes les formes présentant des courbures principales de signe contraire; dans ce cas, les dilatations ont un signe différent. Le *cylindre*, qui correspond au cas où une des dilatations est nulle, peut être considéré comme une forme de transition, et la *sphère* (deux dilatations égales et de même signe) est un cas particulier du premier groupe.

» Pour obtenir ces diverses formes, j'ai soumis à l'imbibition des figures (carrés, cercles, etc.) découpées dans une lame formée de deux feuilles de papier collées l'une sur l'autre, au moyen de gélatine ou d'une solution de caoutchouc dans la benzine. Le papier est anisotrope, et les coefficients de dilatation maxima et minima varient d'une espèce à l'autre. On conçoit que, par des combinaisons convenables de feuilles à coefficients connus, il soit possible de donner aux dilatations théoriques d'une de ces feuilles les valeurs nécessaires pour obtenir une forme déterminée. Toutefois, je n'ai pu réaliser le cylindre et la sphère que d'une manière approchée.

» On peut également obtenir ces formes par la dessiccation, et alors elles ont l'avantage de pouvoir être conservées. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'acide iodhydrique sur le chlorure de silicium.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« L'acide iodhydrique sec est sans action sur le chlorure de silicium à la température ordinaire; mais, à température élevée, on obtient des produits de substitution partielle, grâce à la différence de chaleur de formation de l'acide chlorhydrique résultant et de l'acide iodhydrique employé et de la dissociation partielle de ce dernier à cette température.

» La théorie permet de prévoir l'existence de trois chloroiodures de Si : Si^2Cl^3I, $Si^2Cl^2I^2$, Si^2ClI^3; les deux premiers ont été obtenus par cette

méthode à l'état de pureté; le dernier, en très petite quantité, n'a pu être isolé complètement pur; enfin le dernier terme de l'ioduration Si^2I^4 n'a pas été atteint.

» On dirige, à travers un tube de verre vert chauffé au rouge, un courant de gaz iodhydrique sec entraînant des vapeurs de chlorure de Si; pour qu'il y ait réaction sensible, il faut que le courant gazeux soit rapide et la température élevée et, malgré ces conditions optima et en présence d'un excès de HI, la quantité de chlorure de Si, qui a réagi après un premier passage, ne dépasse pas $\frac{1}{10}$; on recommence la même opération à plusieurs reprises avec les parties les plus volatiles formées de chlorure de Si et, finalement, le liquide fortement coloré par de l'iode est mis à digérer avec du mercure pour détruire l'iode libre, puis soumis à une série de distillations fractionnées qui ont permis d'en séparer :

» 1° Un liquide incolore distillant de 113°-114°, ne se solidifiant pas à — 60°, qui correspond à la composition de Si^2Cl^3I, comme le vérifient les analyses suivantes :

Poids de la substance.	Si pour 100.	Poids de la substance.	$Ag\frac{Cl}{I}$ pour 100.	Pour 3 AgCl + AgI. Pour 100.		
0,818	10,61	0,648	252,77	Cl.	40,45	Σ = 88,68
				I..	48,23	
0,840	11,11	0,718	251,82	Cl.	40,30	Σ = 88,35
				I..	48,05	
Théorie pour Si^2Cl^3I ...	10,70	Théorie pour Si^2Cl^3I ...	254,49	Cl.	40,72	Σ = 89,28
				I..	48,56	

» Ce chloroiodure s'obtient encore dans l'action de l'iode sur le silicichloroforme en tube scellé à 200°-250° avec départ de HI :

$$Si^2HCl^3 + 2I = Si^2Cl^3I + HI.$$

» Ce liquide se colore rapidement à l'air par mise en liberté d'iode ; la lumière active cette décomposition, mais ne suffit pas à la produire, car si l'on expose à la lumière solaire le chloroiodure en tube scellé avec un peu de mercure, qui permet de détruire l'iode mis en liberté par l'agitation, on constate qu'au bout de peu de temps la décomposition cesse quand tout l'air du tube a été détruit. Il fume à l'air, décomposable par l'eau.

» Ce chloroiodure se combine directement avec le gaz ammoniac et donne

une combinaison présentant la composition $2 Si^2 Cl^3 I, 11 AzH^3$; corps solide blanc amorphe décomposable par l'eau avec production d'une liqueur légèrement alcaline. Il ne donne pas de combinaison avec PH^3, même sous l'action simultanée du froid et de la pression ; si l'on comprime dans le tube Cailletet PH^3, en présence d'une petite quantité de Si^2Cl^3I, on voit deux couches liquides distinctes qui persistent même quand on refroidit à — 22°.

» 2° Un liquide qui se colore rapidement par mise en liberté d'iode qui distille à 172° et ne se solidifie pas à — 60°; sa composition correspond à $Si^2Cl^2I^2$.

Poids de la substance.	Si pour 100.	Poids de la substance.	$Ag\frac{Cl}{I}$ pour 100.	Pour 2 AgCl + 2 AgI. Pour 100.	
0,843	8,52	0,534	212,92	Cl. 19,06 I.. 73,42	Σ = 92,48
0,955	7,42	0,678	214,60	Cl. 19,21 I.. 74,00	Σ = 93,21
Théorie pour $Si^2Cl^2I^2$...	7,93	Théorie pour $Si^2Cl^2I^2$...	224,64	Cl. 20,11 I.. 71,95	Σ = 92,06

» Ce second chloroiodure se trouve en petite quantité dans le produit de la réaction précédente ; on en obtient aussi en chauffant le premier chloroiodure Si^2Cl^3I en présence de HI sous pression ; à cet effet, on le sature de ce gaz à — 22°, température à laquelle il en dissout de grandes quantités, on scelle le tube et on le chauffe pendant vingt-quatre heures à 250°.

» Il fume à l'air, décomposable par l'eau; sa vapeur est combustible avec mise en liberté d'iode.

» Il se combine directement avec AzH^3 et, pour éviter une trop forte élévation de température, il est utile de prendre un dissolvant, le tétrachlorure de carbone par exemple ; la combinaison présente la composition

$$Si^2Cl^2I^2, 5 AzH^3,$$

corps solide blanc amorphe décomposable par l'eau.

» 3° Quelques gouttes d'un liquide distillant vers 220°, dont la composition se rapproche de Si^2ClI^3 ; il se solidifie à basse température en présentant une surfusion marquée que l'on fait cesser par l'agitation ; le corps solide blanc obtenu fond vers — 30°.

» Liquide incolore fumant à l'air, se colore rapidement en rouge; sa vapeur est combustible, donne une combinaison avec le gaz ammoniac. »

CHIMIE. — *Transformation du pyrophosphite de soude en phosphite.* Note de M. L. AMAT, présentée par M. Troost.

« Dans une Note précédente (¹), on a montré que les acides accélèrent considérablement la transformation du pyrophosphite de soude en phosphite.

» *Influence de la dilution.* — Dans chaque expérience on a opéré sur 20^{cc} d'une dissolution contenant $92^{gr},6$ de pyrophosphite de soude par litre; à ces 20^{cc} on a ajouté 10^{cc} d'acide sulfurique équivalant à $10^{cc},7$ de soude à $0^{mol},4415$ par litre, puis de l'eau, de manière à faire un volume total V :

Température .... $21°$
Durée de l'expérience .... 1^h

$\varphi + 10,7 =$ volume de soude ($0^{mol},4415$) pour atteindre la neutralité à la phtaléine

$l = 44^{cc},0, \quad \varphi_0 = 2^{cc},15.$

V.	φ.	$l-\varphi$.	$\log\frac{l-\varphi_0}{l-\varphi} = K \log e$.
cc	cc	cc	
30	33,55	10,45	0,603
50	30,5	13,5	0,491
60	29,05	14,95	0,447
80	26,9	17,1	0,389
120	26,8	17,2	0,386

» Ces expériences montrent donc que : 1° la transformation est d'autant plus rapide que les dissolutions sont plus concentrées; 2° la dilution prend une influence de moins en moins grande à mesure que les liqueurs sont plus étendues.

» *Influence de la quantité d'acide.* — Dans chaque expérience on a opéré sur 20^{cc} d'une dilution contenant 95^{gr} de pyrophosphite de soude par litre; à ces 20^{cc} on a ajouté un volume v d'acide sufurique à $\frac{1}{20}$ de molécule par litre, puis de l'eau de manière à obtenir un volume total toujours égal à 60^{cc} :

Température .... $14°,2$
$l =$ limite de φ .... $36^{cc},1$
φ_0 .... $1^{cc},6$
Durée de l'expérience .... $7^h 40^m$

(¹) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 527.

v.	Soude totale ($0^{m},564$).	φ.	$\log \frac{l-\varphi_0}{l-\varphi}$.	$\frac{1}{v} \log \frac{l-\varphi}{l-\varphi}$.
cc 2,5	cc 6,7	cc 6,25	0,063	0,0264
5	11,25	10,35	0,127	0,0261
10	19,3	17,5	0,268	0,0268
20	29,3	25,75	0,523	0,0254
40	40,2	33,1	1,055	0,0252

» La dernière colonne du Tableau précédent montre que $\frac{1}{v} \log \frac{l-\varphi_0}{l-\varphi}$ est une constante et que, par suite, les dissolutions étant assez étendues pour que la dilution ait peu d'influence, la vitesse de transformation est proportionnelle à la quantité d'acide.

» *Influence de la nature de l'acide.* — Dans chaque expérience on a opéré sur 20^{cc} d'une dissolution contenant $93^{gr},4$ de pyrophosphite par litre; à ces 20^{cc} on a ajouté 50^{cc} d'une dissolution acide (acide sulfurique, azotique, etc.). Ces 50^{cc} d'acide étaient neutralisés, vis-à-vis de la phtaléine, par $8^{cc},9$ de soude à $0^{mol},564$ par litre.

Température .... $18^{o},5$
Durée de l'expérience .... 1^{h}

$\varphi_0 = 1^{cc},7$.
l = limite de $\varphi = 34^{cc},9$

	Soude totale.	φ.	$-\varphi$.	$\log \frac{l-\varphi_0}{l-\varphi} = k \log e$.
Acide chlorhydrique	cc 33,0	cc 24,1	cc 10,8	0,49
Acide azotique	32,9	24,0	10,9	0,48
Acide sulfurique	30,75	21,85	13,05	0,41
Acide phosphoreux (1)	38,4	20,6	14,3	0,37
Acide acétique	11,4	2,6	32,3	0,01

» Les acides qui ont servi à ces expériences doivent donc se placer, au point de vue de leur action sur le pyrophosphite de soude, dans l'ordre suivant :

1° Acide chlorhydrique } se comportent sensiblement de la même manière.
2° Acide azotique }
3° Acide sulfurique.
4° Acide phosphoreux.
5° Acide acétique, ce dernier acide agissant le moins énergiquement.

---

(1) A cause des propriétés particulières de l'acide phosphoreux vis-à-vis de la phtaléine, la soude totale a dû être diminuée de $2 \times 8,9 = 17,8$.

» *Action des alcalis sur le pyrophosphite de soude (liqueur alcaline à la phtaléine).* — Cette action est soumise à des lois semblables à celles que nous avons rencontrées.

» Si l'on admet que la vitesse de transformation est à chaque instant proportionnelle : 1° à la quantité de pyrophosphite ; 2° à la quantité de soude libre, on trouve que $\frac{1}{x}\log\frac{q(h+a)}{(q+a)h}$ doit être une constante. Dans cette formule q représente la quantité de soude libre ; h la valeur de q au commencement de l'expérience ; x le temps ; a la quantité de soude capable de transformer en phosphite neutre le pyrophosphite restant lorsque $q = 0$.

» Dans chaque expérience on a opéré sur 50^{cc} d'une dissolution contenant $11^{gr},12$ de pyrophosphite par litre. A ces 50^{cc} on ajoute 10^{cc} de soude à $0^{mol},564$ par litre.

Température.	18°.
a	$0^{cc},3$
h	$9^{cc},5$

x en minutes.	q.	$\frac{1}{x}\log\frac{q(h+a)}{(q+a)h}$.
	cc	
0	9,5	»
5	4,25	0,024
9,5	2,95	0,023
15	1,9	0,025
20	1,5	0,025
30	1,0	0,026
40	0,8	0,024
80	0,4	0,022

» Les nombres de la dernière colonne du Tableau précédent sont sensiblement les mêmes ; ce qui démontre que la vitesse de transformation est à chaque instant proportionnelle, non seulement à la quantité de pyrophosphite qui se trouve dans la dissolution, mais encore à la quantité de soude qui provoque cette transformation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sels bromoazotés du platine* [1]. Note de M. M. Vèzes, présentée par M. Troost.

« I. Lorsqu'on fait agir le brome sur une solution concentrée de platonitrite de potassium, en chauffant très légèrement pour activer la réaction,

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

on obtient un dépôt abondant d'une poudre cristalline jaune vif. L'examen microscopique de cette poudre montre qu'elle est constituée par de petits cristaux prismatiques jaunes, agissant fortement sur la lumière polarisée.

» D'après l'analyse elle renferme, pour 1 atome de platine, 2 atomes de potassium, 2 de brome et 4 d'azote. Du reste, sa formation n'est accompagnée d'aucun dégagement gazeux, et elle ne perd rien à 100°-110°. On est donc conduit à admettre pour ce composé la formule

$$Pt.4AzO^2.K^2.Br^2,$$

que justifient d'ailleurs pleinement les nombres trouvés. Ce corps est donc un produit d'addition du platonitrite $Pt.4AzO^2.K^2$, et il semble naturel de lui donner le nom de *platibromonitrite de potassium*.

» Ce sel est très peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau chaude. Par refroidissement, sa solution saturée à chaud l'abandonne en beaux cristaux jaune orangé, pourvu qu'elle n'ait pas été maintenue trop longtemps à une température voisine de 80°.

» II. Si en effet on fait subir à cette solution, ou à l'eau-mère de la préparation du sel, une longue digestion au voisinage de cette température, on constate un dégagement de vapeurs nitreuses, et la liqueur passe du jaune ou du jaune orangé au rouge vif. Concentrée à une douce chaleur ou dans le vide sec, elle laisse alors déposer une nouvelle combinaison sous forme de beaux cristaux rouges. Examiné au microscope, ce corps se distingue du bromoplatinate de potassium, avec lequel sa couleur permettra de le confondre, de même que sa forme prismatique ou tabulaire et son action sur la lumière polarisée.

» Ces cristaux restent inaltérés à 100°-110°. L'analyse conduit à leur assigner la formule

$$Pt.Br^3.AzO.2AzO^2.K^2.$$

Les dosages du platine, du potassium, de l'azote donnent, en effet, des nombres qui sont en parfait accord avec cette formule; quant au brome, il n'a pu jusqu'ici être dosé avec certitude, sa détermination présentant des difficultés toutes particulières, sans doute à cause de son association avec l'acide azoteux.

» Ce sel (platibromonitrosonitrite de potassium) est beaucoup plus soluble dans l'eau que le platibromonitrite, surtout à chaud. Mais, comme lui, il est détruit par une digestion trop prolongée au voisinage de l'ébullition; il se produit alors un nouveau dégagement de vapeurs nitreuses,

et la liqueur laisse déposer, par refroidissement, des octaèdres réguliers rouge foncé, à reflets bleuâtres, de bromoplatinate de potassium.

» III. Dans la préparation des deux sels que je viens de décrire, on peut remplacer le brome par l'acide bromhydrique; mais la réaction est alors plus difficile à régler. Si l'on fait passer, en effet, dans une solution concentrée de platonitrite de potassium, un courant lent de gaz bromhydrique, la liqueur, d'abord jaune pâle, passe à l'orangé, puis au vert. Bientôt se dégagent des vapeurs nitreuses, en même temps qu'il se forme un dépôt jaune de platibromonitrite. Ce dépôt contient déjà quelques cristaux rouges de platibromonitrosonitrite, et, à mesure que la réaction se prolonge, la proportion du sel rouge formé va en augmentant. Cette méthode donne donc un mélange des deux sels; mais on peut, par des lavages à l'eau chaude, séparer la totalité du sel rouge tout en ne dissolvant qu'une faible proportion de sel jaune.

» IV. On voit donc que l'action, soit du brome, soit de l'acide bromhydrique, sur le platonitrite de potassium, ne produit sa transformation complète en bromoplatinate, avec élimination totale de l'azote, qu'après avoir donné naissance à des produits bromoazotés intermédiaires. Inversement, si l'on chauffe avec un excès d'azotite de potassium une solution de bromoplatinate ou de l'un des sels bromoazotés, on élimine la totalité du brome, et la liqueur décolorée donne, par refroidissement, une cristallisation de platonitrite. La série des sels bromoazotés est constituée de la façon suivante :

Platonitrite..............	$Pt.4AzO^2.K^2$,
Platibromonitrite..........	$Pt.4AzO^2.K^2.Br^2$,
Platibromonitrosonitrite....	$Pt.Br^3.AzO.2AzO^2.K^2$,
Bromoplatinate............	$PtBr^4.K^2Br^2$.

» Je n'ai pu réussir jusqu'ici à préparer le bromoplatinate nitrosé $Pt.Br^3.AzO.K^2Br^2$, analogue au chloroplatinate nitrosé $Pt.Cl^3.AzO.K^2Cl^2$, que j'ai décrit antérieurement (*Comptes rendus*, t. CX, p. 757).

» Rapprochons de cette série de sels bromoazotés celle des composés chloroazotés intermédiaires entre le platonitrite et le chloroplatinate : elle comprend, outre le chloroplatinate nitrosé, facile à obtenir à l'état de pureté par le platonitrite et le gaz chlorhydrique; le platichloronitrite $Pt.4AzO^2.K^2.Cl^2$, analogue au platibromonitrite, comme lui déjà signalé par Blomstrand (*Journal für praktische Chemie*, (2), t. III, p. 214), et dont j'ai vérifié la composition par plusieurs analyses concordantes. Quant à la

série iodoazotée correspondante, elle ne comprend encore qu'un seul terme bien connu, le platoiodonitrite $Pt.2AzO^2.K^2.I^2$ décrit par Nilson (*Journal für praktische Chemie*, (2), t. XXI, p. 172). On voit donc qu'en désignant par X l'atome d'un élément halogène quelconque, les composés actuellement connus qui servent d'intermédiaires entre le platonitrite et le sel haloïde saturé constituent la série suivante :

$$Pt.4AzO^2.K^2,$$
$$Pt.4AzO^2.K^2.X^2,$$
$$Pt.2AzO^2.K^2.X^2,$$
$$Pt.X^3.AzO.2AzO^2.K^2,$$
$$Pt.X^3.AzO.K^2X^2,$$
$$PtX^4.K^2X^2,$$

série dont certains termes peuvent faire défaut dans l'une ou l'autre des trois séries chlorée, bromée ou iodée. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur la désagrégation par l'eau de sels neutres d'amines de la série grasse.* Note de M. **Albert Colson.**

« Un sel formé d'une base forte et d'un acide faible, ou inversement, se dissocie dès qu'on le met au contact de l'eau. M. Berthelot, qui a établi ce fait, en a aussi déterminé les lois : il a constaté que la dissociation de ces sels varie avec la température, la concentration des liqueurs et la présence d'un excès d'acide ou d'un excès de base, et montré que ce genre de dissociation doit être rapproché des réactions limitées telles que l'éthérification. Je vais établir expérimentalement que des sels constitués par la combinaison d'un acide fort avec une base forte se comportent, au contact de l'eau, comme les sels étudiés par M. Berthelot. Je comparerai, en outre, à son origine, la désagrégation par l'eau de deux bases de même ordre.

» J'admets avec ce savant que, si un chlorhydrate d'amine est dissocié par l'eau, l'acide devenu libre formera une combinaison stable avec l'eau, tandis que l'amine libre, au moins pour la portion exempte d'affinité chimique à l'égard du liquide, tendra à se dissoudre à la façon d'un gaz et possédera, par conséquent, une tension fixe à une température donnée. En faisant barboter lentement de l'air dans la solution, cet air saturé de vapeur d'eau formera un volume gazeux où l'amine possédera une tension

proportionnelle à sa tension dans le liquide. Comme contrôle de cette première série d'essai, j'ai utilisé un fait connu, la décomposition des sels d'amines par concentration.

» J'ai comparé les chlorhydrates de diisobutylamine et de triéthylamine, bases de même ordre, dont la dissolution dans l'eau est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur et qui sont plus solubles à froid qu'à chaud (¹). Des solutions chlorhydriques neutres de ces bases, renfermant une molécule par litre, sont placées dans des appareils identiques. L'aspiration d'air, étant réglée de la même façon à $\frac{1}{10}$ près, permet de faire passer 7^{lit} d'air en six heures. Au bout de ce temps, on dose, par liqueur titrée, l'acidité de la dissolution finale. On trouve que, à 100°,

Le chlorhydrate de diisobutylamine a perdu...........	25^{div}
» triéthylamine »	13^{div}

» En valeur absolue (²) ces nombres correspondent à une tension de vapeur de $\frac{4}{10000}$ et $\frac{2}{10000}$.

» Comme contrôle, j'ai évaporé des solutions identiques, de façon qu'elles perdent le même volume d'eau dans le même temps. J'ai trouvé, comme perte en alcali,

		Deuxième expérience.
Pour le chlorhydrate de dibutylamine.....	100	150
» triéthylamine.....	40	70

» On voit que les valeurs relatives sont sensiblement celles qui ont été trouvées dans la précédente expérience.

» *Influence de la température.* — Dans des solutions à 1 molécule par litre maintenues pendant six heures entre 56° et 58°, j'ai fait barboter des quantités d'air sensiblement égales :

Le sel de diisobutylamine a perdu........................	7^{div}
» triéthylamine a perdu......................	3^{div}

» Les tensions sont moindres, mais sensibles, et leur rapport est encore voisin de 2.

» *Influence de la concentration.* — Faisons barboter une même quantité

(¹) D'après M. Le Chatelier, les deux phénomènes sont corrélatifs (*Annales des Mines*, 1888). La moindre élévation de température trouble la solution de dibutylamine.

(²) Ces nombres ont été trouvés en faisant usage des barboteurs en usage pour recueillir l'acide carbonique dans les analyses organiques.

d'air pendant cinq à six heures, dans des solutions à 1 molécule et à $\frac{1}{2}$ molécule par litre, à 100° :

	Perte en alcali dans la sol. :		
	à 1 mol.	à $\frac{1}{2}$ mol.	Rapport.
Première expérience	11	8,5	1,3
Seconde expérience	15	11	1,36
Contrôle par évaporation.....	7	5	1,4

» Si l'on compare la perte en alcali produite par évaporation d'une solution à $\frac{1}{2}$ molécule et d'une solution à $\frac{1}{4}$ de molécule, on trouve, dans le premier cas, 17^{div}; dans le second cas, 12^{div}. Rapport : 1,4.

» Ces résultats tendraient à prouver que la tension de la désagrégation actuelle diminue notablement quand on dilue les liqueurs.

» *Influence d'un excès d'acide.* — L'addition d'un faible excès d'acide ($\frac{4}{100}$ de l'acide contenu dans le sel) suffit pour empêcher un entraînement sensible d'alcali par de l'air barbotant pendant six heures, à 100°.

» *En résumé*, les sels constitués par des amines capables de ramener au bleu le tournesol rougi par l'acide minéral auquel elles sont combinées sont sensiblement dissociées par l'eau, même vers 50°, et leur désagrégation est réglée par les lois que M. Berthelot a établies si nettement pour les sels faibles, dans l'*Essai de Mécanique chimique*.

» La méthode que nous avons employée ne s'applique pas aux alcalis fixes, potasse, chaux, etc., qui donnent des combinaisons stables avec l'eau.

» M. Berthelot a insisté sur ce point, que l'action d'une base sur un sel est fonction de la dissociation des sels par l'eau. Ce genre de dissociation étant régi par les lois des réactions limitées et réversibles qui, d'après une théorie de M. Lemoine, sont à peu près indépendantes des chaleurs de formation des sels, on comprend que la décomposition d'un sel par une base puisse se faire avec absorption de chaleur, la base s'emparant d'abord de la portion d'acide rendue libre par la dissociation du sel initial, et celle-ci se reproduisant incessamment, comme il arrive dans la transformation du carbonate de soude par le chlorhydrate d'ammoniaque. Tel est, en particulier, le cas des bases que nous venons d'étudier : la diisobutylamine est chassée de son chlorhydrate, malgré une absorption de chaleur de $-10^{cal},6$ par molécule de dibutylamine sortie du liquide à l'état insoluble vers 10°. Or, nous venons de voir que ces chlorhydrates

sont notablement dissociés par l'eau, et que le sel de butylamine est deux fois plus dissocié que l'autre, malgré la faible volatilité de la dibutylamine [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles combinaisons de la pyridine.* Note de M. **Raoul Varet.**

« I. *Bromozincate de pyridine.* — Dans de la pyridine chauffée vers 40°, on dissout du bromure de zinc sec, jusqu'à saturation; il se passe une réaction assez vive et la pyridine entre en ébullition. La liqueur, par refroidissement, se prend en une belle masse cristalline, constituée par de fines aiguilles prismastiques qui répondent à la formule

$$ZnBr.C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps très peu altérable, on peut le chauffer à 110° sans qu'il perde de pyridine. Il est très soluble dans l'eau et dans la pyridine.

» II. *Bromonicklate de pyridine.* — Quand on maintient à l'ébullition, pendant une heure, de la pyridine tenant en suspension du bromure de nickel anhydre finement pulvérisé, ce dernier perd sa couleur jaune et se transforme en une poudre verte qui, séchée très rapidement, entre des doubles de papier, répond à la formule

$$NiBr.2C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps altérable à l'air; quand on le chauffe, il perd de la pyridine et devient jaune; il est très soluble dans la pyridine.

» III. *Bromocuivrate de pyridine.* — On projette du bromure de cuivre anhydre, et finement pulvérisé, dans de la pyridine chauffée au bain-marie; une réaction très vive se produit, la pyridine entre en ébullition, tandis que le bromure de cuivre augmente considérablement de volume et forme une bouillie verte. On ajoute alors un petit excès de pyridine et l'on chauffe au bain-marie pendant une heure, en agitant continuellement. La liqueur refroidie est filtrée pour séparer l'excès de pyridine, et le produit solide, non dissous, est séché très rapidement entre des doubles de papier : ce sont de petits cristaux durs, d'un beau vert foncé et qui répondent à la formule

$$CuBr.3C^{10}H^5Az.$$

» C'est un corps très altérable, il exhale une forte odeur de pyridine. Quand on le chauffe ou quand on l'expose à l'air, il perd de la pyridine en changeant de couleur, il devient vert vif. Il est soluble dans l'eau et dans la pyridine.

---

(1) Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, décembre 1890), j'ai cité à tort, parmi les exemples de réactions à la fois endothermiques et contraires au maximum thermique, la décomposition de l'oxalate de diisobutylamine par la triéthylamine. En continuant l'étude de ce sel, j'ai constaté que c'est un oxalate acide, tandis que j'avais admis, dans mes calculs, que ce sel était neutre.

» IV. *Argentoiodure de pyridine*. — Dans un petit ballon muni d'un réfrigérant ascendant, on maintient à l'ébullition, pendant deux heures environ, de la pyridine additionnée d'iodure d'argent bien sec. La pyridine se colore légèrement en brun; on filtre pour séparer l'iodure non dissous et on l'abandonne dans un endroit froid, à l'abri de la lumière. On obtient tantôt de fines lamelles, tantôt des aiguilles prismatiques, groupées en petits mamelons. Ces cristaux séchés entre des doubles de papier répondent à la formule

$$AgI.C^{10}A^{5}Az.$$

» C'est un corps altérable à l'air; assez soluble dans la pyridine, surtout à chaud. Traité par l'eau chaude, il est décomposé instantanément; l'eau froide le décompose aussi, mais moins rapidement. Il perd toute sa pyridine quand on le chauffe à 110°.

» V. *Argentobromure de pyridine*. — La pyridine chaude ne dissout pas le bromure d'argent et ne se combine pas avec lui; mais si l'on abandonne un mélange de ces deux corps à l'abri de la lumière, le premier étant en excès, il y a combinaison; le bromure d'argent se décolore et se transforme en grandes aiguilles prismatiques blanches, à reflets nacrés. Ces aiguilles, séchées très rapidement entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$AgBr.C^{10}H^{5}Az.$$

» C'est un corps très instable; soluble dans la pyridine froide, insoluble dans l'eau qui le décompose. Il perd toute sa pyridine à 100°.

» VI. *Argentochlorure de pyridine*. — Je n'ai pas réussi à obtenir une combinaison de pyridine avec le chlorure d'argent; si un tel composé existe, il n'est pas stable à la température ordinaire. La pyridine froide dissout le chlorure d'argent, mais, dès qu'on chauffe cette solution ou qu'on y ajoute de l'éther, il y a précipitation de AgCl. On voit que l'affinité des sels halogènes d'argent pour la pyridine va en décroissant de l'iodure au bromure et au chlorure; c'est l'inverse qui a lieu avec l'ammoniaque. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la théorie des phénomènes de teinture.* Note de M. **Léo Vignon**.

« Dans plusieurs Communications (*Comptes rendus*, 10 février, 28 avril 1890, 2 et 6 mars 1891), j'ai présenté des expériences dont je demande à synthétiser les résultats. Ils peuvent, en effet, apporter quelque éclaircissement à la théorie des phénomènes de teinture.

» 1° J'ai montré, par la méthode thermochimique, que les fibres textiles animales, se teignant facilement, possèdent les fonctions basiques ou acides, tandis que les fibres végétales, ayant peu d'aptitude pour la teinture, manifestent des fonctions chimiques très faibles, et notamment pas de fonctions basiques.

» 2° Le coton soumis à l'action de l'ammoniaque, fixe de l'azote, ac-

quiert des fonctions basiques et devient apte à absorber en bain acide des matières colorantes acides.

» 3° L'acide stannique fixe les matières colorantes basiques, telles que la safranine, tandis que l'acide métastannique, qui n'est autre chose que de l'acide stannique polymérisé, ayant subi une grande atténuation dans ses fonctions acides, n'exerce aucun pouvoir absorbant sur la safranine.

» On sait, d'autre part, que tous les mordants employés dans la teinture du coton, acide tannique, oxydes métalliques, etc., sont capables de donner des sels.

» Mais ces faits sont relatifs aux substances absorbantes textiles, oxydes métalliques, mordants; voyons les indications qui se dégagent de la constitution chimique des corps absorbés, c'est-à-dire des matières colorantes.

» On trouve que *toutes* les matières colorantes solubles, artificielles ou naturelles, renferment ou bien un groupe OH salifiable, ou des groupes basiques AzR^2, ou des radicaux acides AzO^2. On ne connaît aucune matière colorante, constituée seulement par un carbure ou ne possédant d'autres fonctions chimiques que les fonctions d'alcool, d'acétone ou d'aldéhyde.

» Il n'existe, en somme, aucune matière colorante proprement dite qui ne possède des fonctions basiques ou acides, ou les deux fonctions réunies.

» La conséquence de ces faits, c'est que tous les phénomènes de teinture, obtenus avec les matières colorantes solubles, qu'ils se manifestent avec les textiles ou avec les oxydes métalliques nécessitent deux conditions essentielles :

» 1° La présence de fonctions acides ou basiques dans les absorbants;

» 2° La présence de ces mêmes fonctions dans les matières colorantes.

» La seule exception qui existe à cette règle est celle des matières colorantes tétrazoïques, à la vérité basiques ou acides, mais que le coton absorbe sans mordant, dans un bain alcalin.

» Si on laisse provisoirement de côté ce cas, qui nécessiterait une étude spéciale, on est en droit de dire que les phénomènes de teinture obtenus avec les matières colorantes solubles sont d'ordre purement chimique, et que les règles de l'action chimique suffisent à les expliquer. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Méthode pour enregistrer simultanément l'onde électrique d'excitation et la contraction musculaire résultante* ([1]). Note de M. A. d'Arsonval.

« Les courants brefs (décharges de condensateur, courants d'induction, etc.), sont constamment employés en Physiologie et en Médecine pour exciter les nerfs et les muscles.

» Les réactions qui résultent de ces excitations sont liées étroitement à la forme de l'onde émanant de l'appareil électrique, ainsi que je l'ai montré par de nombreuses expériences, depuis 1881, dans mes cours du Collège de France. Il est donc extrêmement important de pouvoir : 1° connaître la forme de cette onde, que j'ai appelée *caractéristique de l'excitation*, et 2° d'avoir la possibilité de faire varier cette forme à volonté.

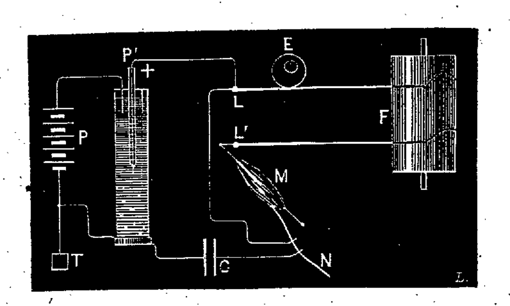
» La courbe qui représente la *caractéristique d'excitation* est fonction de trois variables qui sont : 1° *le potentiel maximum de la décharge;* 2° *le temps de variation du potentiel;* 3° *la quantité d'électricité* traversant l'organe excité. Chacun de ces trois facteurs modifie l'excitation, dans des proportions qu'il est indispensable d'étudier séparément pour chacun d'eux.

» La méthode que je vais décrire permet de faire varier *isolément* chacun des trois facteurs d'une façon continue et de combiner de plus ces variations deux à deux ou trois à trois. C'est donc une méthode générale à l'aide de laquelle on peut inscrire directement sur un cylindre enregistreur la courbe de l'onde électrique, et, immédiatement au-dessous, la courbe de la secousse musculaire provoquée par cette excitation. La comparaison entre la cause et l'effet est rendue de la sorte extrêmement simple. Le schéma ci-joint est destiné à faciliter l'intelligence de la description.

» Soit P une source constante d'électricité (accumulateurs) dont le circuit est fermé au travers d'une colonne verticale de mercure contenu dans un tube de verre. Le courant entre par le haut et ressort par le bas du tube au moyen de contacts appropriés en cuivre nickelé. Le pôle négatif de la pile et le fond du tube sont reliés à la terre, et, par suite, au potentiel zéro. La partie supérieure de la colonne de mercure est, au contraire, à un potentiel positif de 10 volts, par exemple. Le potentiel décroît réguliè-

([1]) Voir *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 1er avril 1882. Cette méthode a été imaginée à la fin du Congrès de 1881.

rement de + 10 volts à zéro le long de la colonne de mercure, d'après une loi bien connue. Supposons qu'un fil métallique P′, isolé jusqu'à sa pointe inférieure, puisse monter et descendre le long de la colonne de mercure. Si nous supposons la pointe au fond du tube, son potentiel est zéro; mais, en relevant le fil, son potentiel va croître régulièrement de zéro



à + 10 volts. Attachons rigidement ce fil à l'extrémité d'un levier mobile autour du point L, l'autre extrémité se déplaçant le long d'un cylindre enfumé F. Il est facile de voir que les déplacements de la pointe du levier L sur le cylindre F inscriront les phases et les grandeurs de la variation du potentiel du fil plongeur P′.

» Pour avoir une courbe déterminée à l'avance, je fais osciller le levier L par la rotation d'un excentrique E, dont on taille le profil en conséquence. En pratique, j'attache le fil P′ soit à une tige vibrante, soit à un pendule, qui me donnent une variation sinusoïdale du potentiel. J'obtiens toute autre forme et toute vitesse en attachant ce fil P′ à un ressort plus ou moins tendu (fil de caoutchouc), que je déclenche mécaniquement pour produire l'excitation. Si le fil P′ était mis simplement en rapport avec le nerf N, communiquant à la terre, cet organe serait constamment traversé par un courant dérivé qui en altérerait l'excitabilité; de plus, on n'aurait aucun moyen de graduer la quantité d'électricité qui le traverse. J'évite cet inconvénient en faisant passer le courant dans le fil primaire d'une bobine d'induction de du Bois-Reymond, ou encore, comme cela est représenté dans la figure, en interposant un condensateur étalonné en C. De cette manière, aucun courant dérivé ne traverse le nerf tant que le plongeur P′ est au repos. De plus, pour un même déplacement de P′, c'est-à-dire pour une même variation du potentiel, la quantité d'électricité qui traverse le nerf N est rigoureusement la même et connue d'avance.

» Le muscle M, animé par le nerf N, est attaché au levier myographique L′, qui trace la courbe de la secousse musculaire immédiatement

au-dessous de la *caractéristique d'excitation*, tracée par le premier levier L.

» La courbe inscrite par le levier L donne donc bien : 1° la quantité d'électricité traversant le nerf à chaque excitation; 2° la variation du potentiel; 3° les phases de cette variation; 4° et enfin sa durée.

» De plus, on fait varier chacun de ces facteurs d'une manière indépendante, savoir : 1° la quantité, en modifiant la surface du condensateur G; 2° le potentiel, en modifiant soit la course du levier L, soit le nombre d'éléments de la pile P; 3° les phases de la variation du potentiel, en changeant le profil de l'excentrique E; 4° enfin le temps de la variation, en modifiant la rapidité d'oscillation du levier L.

» Le nerf est traversé par des courants de sens inverse, correspondant à la charge et à la décharge alternatives du condensateur; il ne peut donc se polariser. Dans le cas d'une excitation unique, j'évite la polarisation en déchargeant le condensateur C dans le fil primaire d'une bobine d'induction, d'après la méthode que j'ai signalée antérieurement à l'Académie ([1]).

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les résultats obtenus à l'aide de cette méthode ([2]) ».

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action de l'acide phénique sur les animaux* ([1]). Note de MM. **Simon Duplay** et **Maurice Cazin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La Communication que M. Zwaardemaker a adressée récemment à l'Académie, sur les effets produits par l'acide phénique chez le chat, nous donne l'occasion de rapprocher des résultats de ce travail ceux que nous a fournis récemment une série d'expériences nombreuses, faites accessoirement au cours de recherches dirigées dans un autre but.

» C'est en effet en étudiant sur des animaux sains l'action du liquide de

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 27 juin 1881.

([2]) Conformément aux idées échangées au Congrès international des Électriciens de 1881 (Commission d'électrophysiologie, séance du 22 septembre 1881), entre MM. Helmholtz, Marey, Joubert, d'Arsonval, du Bois-Reymond, Lippmann, etc., j'ai d'abord essayé d'obtenir l'onde électrique en faisant tourner une bobine dans un champ magnétique, ou inversement. Je n'ai pas tardé à renoncer à ce procédé qui présente de grosses difficultés et des causes d'erreur que je ne peux développer ici.

([1]) Travail du Laboratoire de Clinique chirurgicale de la Charité.

Koch, que nous avons été frappés des phénomènes convulsifs, plus ou moins marqués, que produit chez certains animaux, et notamment chez les souris, les rats et les cobayes, l'injection de lymphe diluée, suivant la technique employée en Allemagne, dans une solution d'acide phénique à 5 pour 1000.

» Chez les souris, l'injection de 1^{gr} d'une solution phéniquée à 5 pour 1000, renfermant 1^{mgr} de lymphe de Koch, déterminait presque instantanément l'apparition de convulsions cloniques généralisées, suivies de mort après un temps variant entre trois et quatre heures.

» L'injection de 1^{gr} de la même solution chez des rats, et de 2^{gr} ou 3^{gr} chez des cobayes, produisait seulement quelques secousses convulsives.

» N'ayant obtenu aucun trouble analogue, même avec des doses de lymphe de Koch relativement plus fortes, chez les animaux de plus grande taille (lapins, poules, chiens), pour lesquels la quantité de liquide servant de véhicule à la lymphe était, proportionnellement à leur poids, beaucoup plus faible, nous avons été conduits à penser que les troubles obtenus chez les souris, les rats et les cobayes devaient être imputables à l'action propre de l'acide phénique en solution dans le liquide injecté; les symptômes observés étaient, en effet, ceux qui ont été particulièrement bien décrits par P. Bert et Jolyet dans l'intoxication du chien et du lapin par l'acide phénique, et nous rappelaient des accidents convulsifs analogues que nous avions eu l'occasion d'observer sur de petits animaux, tels que des rats ou des chats de quelques semaines, dans des expériences de laboratoire où des solutions phéniquées fortes avaient été employées.

» Différentes doses d'acide phénique furent alors injectées sous la peau de neuf souris, d'un poids variant entre 7^{gr} et 18^{gr}. 5^{mgr} d'acide phénique en solution dans 1^{gr} d'eau, comme dans notre dilution de lymphe au millième, suffisaient à déterminer la mort après deux heures de convulsions cloniques généralisées; la plus petite dose injectée, qui comportait $0^{gr},0003$ d'acide phénique, produisait seulement quelques secousses convulsives qui disparaissaient rapidement; la plus forte dose, comportant $0^{gr},025$ d'acide phénique, en solution dans $0^{gr},5$ d'eau, déterminait la mort en quelques minutes.

» Les mêmes expériences ont été répétées, avec des doses variables d'acide phénique, chez une vingtaine d'autres animaux (rats, cobayes, lapins et chiens). Nous n'énumérerons pas le détail de ces expériences et nous nous contenterons d'en rapporter les résultats comparatifs, établis proportionnellement aux poids des différents animaux employés.

» Les doses d'acide phénique avec lesquelles nous avons constamment, au moyen d'injections sous-cutanées, déterminé la mort en quelques heures, représentaient, *pour un kilogramme d'animal*, un poids d'acide phénique de 0^{gr}, 296 pour les souris, de 0^{gr}, 657 pour les rats, de 0^{gr}, 680 pour les cobayes, de 0^{gr}, 514 pour les lapins.

» D'autre part, nous avons pu atteindre, sans déterminer la mort et en provoquant seulement des troubles convulsifs, très accentués chez la souris, le rat et le cobaye, et très peu accentués chez le chien, des doses d'acide phénique représentant, pour un kilogramme d'animal, un poids de 0^{gr}, 125 chez la souris, de 0^{gr}, 217 chez le rat, de 0^{gr}, 445 chez le cobaye et de 0^{gr}, 266 chez le chien.

» Enfin les effets ont été nuls ou presque nuls avec des doses représentant, pour 1^{kg} d'animal, un poids d'acide phénique de 0^{gr}, 043 chez la souris, de 0^{gr}, 077 chez le rat, de 0^{gr}, 088 chez le cobaye, de 0^{gr}, 139 chez le lapin, et de 0^{gr}, 106 chez le chien.

» Nous n'avons pas étudié spécialement les effets de l'acide phénique sur le chat, chez lequel M. Zwaardemaker signale une sensibilité extrême pour l'acide phénique, et nous ne pouvons pas comparer avec nos résultats, d'une façon suffisamment précise, les doses toxiques qu'il indique dans sa Communication, attendu que les chiffres qu'il donne se rapportent à des injections intraveineuses, tandis que les nôtres se rapportent à des injections sous-cutanées; mais, d'après les quelques faits que nous avons observés dans le cours d'expériences de laboratoire, nous croyons volontiers, comme M. Zwaardemaker, que le chat est plus sensible à l'action de l'acide phénique que le chien, le lapin, le cobaye et le rat.

» Comme le montrent les exemples que nous venons d'énumérer, les effets toxiques de l'acide phénique n'apparaissent, en général, chez les animaux qui ont servi à nos expériences, qu'à des doses relativement très élevées, doses qui se trouvaient réalisées pour les petits animaux avec l'emploi de dilutions de lymphe de Koch dans une solution phéniquée à 5 pour 1000; les accidents obtenus chez ces animaux à la suite des injections de lymphe provenaient donc uniquement de l'action de l'acide phénique, et ils ne se sont jamais reproduits avec l'emploi de dilutions de lymphe dans de l'eau bouillie.

» En comparant entre eux les chiffres cités plus haut, on voit que l'action de l'acide phénique s'exerce dans des proportions très inégales chez les différentes espèces animales, et que la souris notamment est évidem-

ment beaucoup plus sensible à l'action de l'acide phénique que le rat, le cobaye, le lapin et le chien, puisque, pour un même poids d'animal, des doses qui produisent des troubles très accentués chez la souris ne donnent aucun résultat appréciable chez le lapin et le chien, de même que des doses qui sont mortelles pour la souris provoquent seulement des phénomènes convulsifs d'une durée plus ou moins longue, et non suivis de mort, chez le rat et le cobaye, et déterminent à peine quelques troubles chez le chien. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations actinométriques faites à l'Observatoire de l'Académie Petrowsky, près de Moscou.* Note de MM. **R. Colley**, **N. Michkine** et **M. Kazine**, transmise par M. Crova.

« Le but principal que nous nous sommes proposé était de déterminer l'intensité totale des radiations émises par le Soleil et de celles qui sont diffusées par toute l'étendue du Ciel, sur l'unité de surface horizontale du sol. La détermination de cet élément a une importance de premier ordre pour la Météorologie, puisque c'est de lui que dépendent tous les autres, et pour l'Agriculture, en raison de son influence prépondérante sur la fonction chlorophyllienne et sur la nutrition des plantes.

» Ces observations ont été commencées le 1er juin 1889 et ont été continuées sans interruption jusqu'au 23 octobre, l'actinomètre que nous avons employé ayant cessé de fonctionner régulièrement quand la température de l'air s'abaissait au-dessous de — 10°.

» Nous nous sommes servis de l'actinographe de MM. Richard frères, et nous avons réduit ses indications en mesures absolues, c'est-à-dire en calories (gramme-degré) reçues sur un centimètre carré de la surface horizontale du sol. Cette réduction a été faite au moyen du pyrhéliomètre de M. Crova, qui a été observé comparativement aux indications de l'actinographe.

» Ce dernier appareil, totalisant la radiation directe du Soleil et celle du Ciel, les comparaisons avec le pyrhéliomètre ont été faites par de très belles journées, pendant lesquelles, à cause de la pureté du Ciel, sa radiation était négligeable, en présence de celle du Soleil, ce qui nous a permis d'évaluer, avec une grande approximation, le coefficient de proportionnalité des deux instruments.

» L'actinographe recevant les radiations sur une surface constante qui est égale pour toutes, quelle qu'en soit la source, à la section diamétrale de la boule qui reçoit la radiation, il était nécessaire, pour la ramener à celle qui est reçue sur l'unité de surface horizontale, de calculer un coefficient de réduction, fonction de la latitude et de la déclinaison du Soleil à midi. Ce calcul est facile, et notre Mémoire contient la Table des valeurs de ce coefficient pour tous les jours de l'année.

» Voici les principaux résultats de nos observations :

» La marche diurne de la radiation, par des journées très sereines, présente, à Moscou, les mêmes caractères typiques, qui ont été trouvés par M. Crova à Montpellier; ainsi :

» 1° La courbe de la marche diurne n'est pas symétrique par rapport à l'ordonnée de midi.

» 2° Les maxima principaux ont lieu, en été, vers 10^h du matin et à 3^h après midi ; ils sont séparés par un minimum secondaire. En automne, les deux maxima se rapprochent de l'heure de midi.

» Notre Mémoire contient 23 Tableaux, donnant, pour tous les jours de chaque mois, la radiation totale reçue sur l'unité de surface horizontale et la comparaison des résultats obtenus avec ceux de l'actinomètre Arago. L'un des deux instruments de ce genre que possède l'Observatoire donnait des indications plus ou moins proportionnelles à celles de l'actinographe Richard et du pyrhéliomètre; le second était en discordance complète avec les autres.

» Nous donnons aussi, dans notre Mémoire, le calcul des degrés de précision que l'on peut atteindre dans ces observations.

» Voici un Tableau résumé de l'ensemble de nos observations :

Nombre de jours par mois pour lesquels l'intensité totale de la radiation a été

	Inférieure à 500^{cal}.	Comprise entre 500^{cal} et 1000^{cal}.	Supérieure à 1000^{cal}.
Juin..................	10	19	1
Juillet................	5	28	3
Août..................	11	20	0
Septembre............	28	2	0

» On voit que l'insolation est plus intense pendant le mois de juillet que pendant les mois de juin et d'août, tandis que, théoriquement, elle devrait être la plus forte en juin; la transparence atmosphérique est donc

plus faible pendant le mois de juin que pendant les deux mois suivants, et cependant la durée totale de l'insolation est plus grande en juin qu'en juillet, comme le montre le Tableau suivant :

Durée totale de l'insolation.

	h
Juin	172,12
Juillet	166,25
Août	190,33
Septembre	52,75

Remarques sur les Observations de MM. R. Colley, H. Michkine *et* M. Kazine; par M. **A. Crova**.

» Ces observations ne sont pas directement comparables à celles que j'ai faites à Montpellier et à celles de M. Savélief à Kief, car elles donnent les radiations totalisées du Soleil et du Ciel, tandis que les précédentes donnent seulement celles du Soleil; de plus, l'actinographe employé est influencé par diverses causes, et principalement par l'action du vent, qui tend à diminuer la différence de température des deux boules d'autant plus qu'il est plus violent.

» Néanmoins, il est intéressant de constater que la dépression de midi a été observée à Moscou, comme à Kief et à Montpellier; celle-ci est donc due à une cause générale indépendante des circonstances locales ; le rapprochement des deux maxima secondaires en automne a été aussi constaté dans ces trois stations ; enfin la dépression de la radiation au mois de juin est un caractère commun aux trois stations. Une série d'observations embrassant la durée totale de l'année aurait probablement mis en évidence des coïncidences plus étendues.

» Il était important de comparer l'intensité et la durée de l'insolation à Montpellier et à Moscou. Les observations de ce genre, publiées régulièrement depuis quelques années dans le *Bulletin météorologique de l'Hérault*, rendent cette comparaison facile :

» J'avais donné, il y a quelque temps [1], une méthode d'évaluation de la quantité totale de chaleur reçue sur l'unité de surface horizontale du sol; dans un travail publié dans le *Bulletin météorologique de l'Hérault*

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIX, p. 167.

(année 1889). M. Houdaille ([1]) s'est préoccupé d'évaluer cette quantité, en se basant sur les observations faites à Montpellier et sur les Tableaux calculés par M. Angot ([2]). En appliquant sa méthode aux observations faites pendant les mois de juin, juillet, août, septembre et octobre 1889, M. Houdaille a dressé le Tableau suivant :

1889.	Nombre mensuel d'heures d'insolation à Moscou.	Nombre mensuel d'heures d'insolation à Montpellier.	Moyenne diurne des calories reçues sur 1^{cq} de surface horizontale du sol à Moscou.	Moyenne diurne des calories reçues sur 1^{cq} de surface horizontale du sol à Montpellier.	Différence.
	h	h	cal	cal	
Juin..........	172	232	380	262	—118
Juillet........	166	275	420	307	—113
Août.........	190	289	320	340	+ 20
Septembre....	52	207	123	236	+113
Octobre......	116	110	112	104	— 8

» On voit que, quoique, en raison de sa latitude plus élevée, le nombre d'heures d'insolation dût être supérieur à Moscou, pour l'intervalle compris entre le 1er juin et le 21 septembre, cette somme est cependant inférieure à ce qu'elle est à Montpellier, le mois d'octobre lui est un peu supérieur, ce qui s'explique par les circonstances météorologiques du mois d'octobre 1889 à Montpellier; en été, le nombre d'heures d'insolation a donc été moindre à Moscou qu'à Montpellier.

» Quoique la comparaison du nombre des calories ne soit pas rigoureusement légitime entre les deux stations, vu la différence entre la nature des phénomènes observés, on voit cependant que l'excès de l'intensité de la radiation observée à Moscou est si considérable pendant les mois de juin et de juillet, qu'il peut être attribué à l'excès dû à la radiation diffusée par le ciel, et cependant la hauteur du Soleil était moindre à Moscou. On peut donc conclure de cette comparaison que la transparence atmosphérique a été, pendant ces deux mois, plus grande à Moscou qu'à Montpellier. Cette conclusion est confirmée par les valeurs très élevées de la radiation observées pendant certaines journées à Moscou, et qui sont de beaucoup supérieures à celles que nous avons obtenues à Montpellier. Si nous rapprochons ces résultats de ceux qu'a obtenus M. Savélief, à Kief ([3]), pendant l'hiver, et qui donnent, malgré la moindre hauteur du Soleil à Kief, des

([1]) *Annales du Bureau central météorologique*, 1883.
([2]) *Bulletin météorologique de l'Hérault*, année 1889.
([3]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 287; 1889, et t. CXII, p. 481; 1891.

valeurs plus élevées qu'à Montpellier à la même époque, nous pouvons conclure que la situation continentale des deux stations russes donne à leur atmosphère une transparence calorifique plus grande qu'à Montpellier, dont la situation, plus méridionale et au bord de la mer, augmente la masse des vapeurs absorbantes de son atmosphère. Quoique le Soleil y brille plus souvent, la transparence atmosphérique y est moindre. »

M. J. **Dettweiler** adresse une Note relative à un projet d'utilisation, comme force motrice, de la déviation du mouvement d'un pendule par la rotation de la Terre.

M. **Déclat** adresse une Note tendant à établir qu'il a, le premier, fait usage d'injections hypodermiques antiseptiques, dans le traitement de la tuberculose. Les premières injections ont été faites avec une solution d'acide phénique à $2\frac{1}{2}$ pour 100.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mars 1891.

Georges Sire. *Mémoire sur le polytrope et quelques autres appareils servant à l'étude des mouvements de rotation* (1862); br. in-8°. — *Étude sur la forme globulaire des liquides* (1863); br. in-4°. — *Nouvelle disposition de l'hygromètre à cheveu* (1872); in-8°. — *Sur un nouveau voluménomètre* (1874); br. in-8°. — *Démonstration nouvelle du principe d'Archimède* (1875); br. in-8°. — *Trois types nouveaux d'hygromètres à condensation* (1885); br. in-8°. — *Le dévioscope* (1881); br. in-8°. — *Pipette à capacité variable, pour l'essai des matières d'argent par la voie humide* (1872); br. in-8°. — *Sur un appareil à niveau constant, pour l'essai des matières d'argent par la voie humide* (1872); br. in-8°. — *Observations sur la prise d'essai pour la détermination du titre des ouvrages d'argent* (1877); br. in-8°.

GIORGIO SIRE. *La Meccanica delle rotazioni. Traduzione dal francese di* UGO BAGNOLI. Siena, Enrico Torrini, editore, 1889; br. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par F. FOLIE. Bruxelles, F. Hayer, 1891; 1 vol. in-16.

Résumé des observations météorologiques faites par M. HERVÉ MANGON *à Brécourt (Manche), de* 1868 à 1889; *par* M. TH. MOUREAUX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; br. gr. in-4°.

L'année scientifique et industrielle; par LOUIS FIGUIER. Paris, Hachette et Cie, 1891; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Note sur la forme des chiffres usuels; par GEORGES DUMESNIL. (Extrait de la *Revue archéologique*.) Paris, Ernest Leroux, 1890; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

W. NICATI. *La glande de l'humeur aqueuse. Anatomie, Physiologie, Pathologie*. Paris, G. Steinheil, 1891; br. in-8°. (Présenté par M. Ranvier.)

Recherches nouvelles sur la fièvre scarlatine; par les Drs FONSART et EHRMANN. Compiègne, Henry Lefebvre, 1890; br. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité pratique du pied bot; par E. DUVAL. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Expériences sur l'influence de l'électricité sur les végétaux; par SELIM LEMSTRÖM. Helsingfors, J.-C. Frenckell et fils, 1890; br. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes; par FRANÇOIS GAY. Paris, Paul Klincksieck, 1891; br. in-8°.

Les virus; par le Dr S. ARLOING. Paris, Félix Alcan, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Le Nématode de la betterave à sucre; par GEORGES DUREAU. Paris, Bureau du *Journal des Fabricants de sucre*, 1889; br. in-12.

Revista argentina de Historia natural, dirijida por FLORENTINO AMEGHINO. Febrero 1° 1891; Tomo I, entrega Ia. Buenos-Aires, Jacobo Penser, 1891; br. gr. in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1888, *under the direction of* W.-H.-M. CHRISTIE. London, printed for Her Majesty's stationery office, 1890; 1 vol. gr. in-4°.

Greenwich spectroscopic and photographic results, 1888 *and* 1889; 2 br. gr. in-4°.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences; Vol. VIII, Part I. New Haven, published by the Academy, 1890; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Part. III, october-december 1890. Philadelphia, Academy of natural Sciences, 1891; 1 vol. in-8°.

Ueber Tundren und Steppen der Jetzt-und Vorzeit, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fauna; von Dr Alfred Nehring. Berlin, Ferd. Dümmlers, 1890; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 mars 1891.)

Page 569, Prix Bordin (Étudier les phénomènes intimes de la fécondation chez les plantes phanérogames, etc.), *ajouter* le nom de M. Chatin à la liste des commissaires (MM. Duchartre, Chatin, Van Tieghem, Bornet, Trécul).

Page 591, ligne 6 en remontant, *au lieu de* G. Barbier, *lisez* G. Barbey.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 31 MARS 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Troisième réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel.* Note de M. **Mouchez.**

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie que le Comité international de la Carte du Ciel vient de se réunir pour la troisième fois à l'Observatoire de Paris et qu'il a tenu ce matin sa première séance. Vingt de nos Collègues étrangers ont eu la courtoisie de répondre encore une fois à notre appel. Ils représentent, à deux ou trois exceptions près, tous les observatoires engagés dans cette œuvre.

» Nous allons étudier dans cette troisième réunion les dernières questions restées encore indécises; elles seront certainement résolues avec la

même cordiale et parfaite entente qui a présidé jusqu'ici à nos précédentes conférences.

» Bientôt après notre séparation, nous allons pouvoir entreprendre simultanément notre grand travail dans les dix-huit observatoires qui y prennent part et qui, presque tous, ont, depuis quelque temps, terminé leurs préparatifs. Les deux seuls qui soient en retard sont : celui de *Rio-de-Janeiro*, parce qu'on s'occupe depuis un an de son transfert à 6^{km} ou 8^{km} hors de la ville, et celui de *Santiago*, à cause des récents événements politiques du Chili.

» Au nom de notre Comité, je remercie de nouveau l'Académie d'avoir bien voulu prendre notre œuvre sous son haut patronage et d'en avoir facilité les débuts par la publication de notre *Bulletin international*, dont j'ai l'honneur de lui présenter le sixième fascicule. »

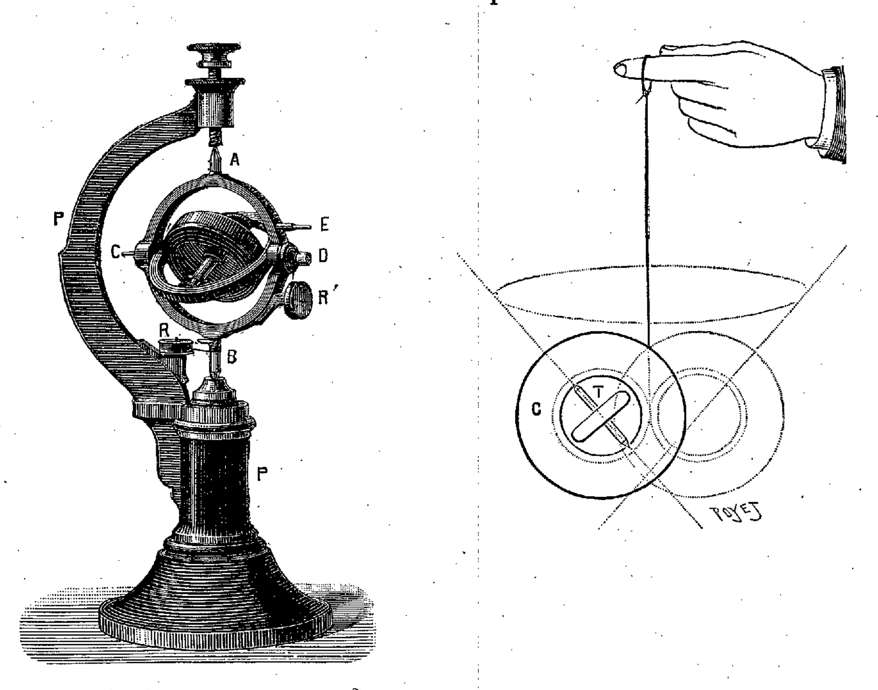
MÉCANIQUE. — *Nouvel appareil gyroscopique.*
Note de M. G. **Sire**.

« Lorsqu'un tore en rotation est assujetti à tourner autour de deux axes rectangulaires entre eux, si l'on veut réaliser une rotation alternative autour de l'un de ces axes, on n'y parvient qu'autant que l'axe du tore s'oriente parallèlement à cet axe et de façon que les deux rotations aient lieu dans le même sens.

» Pour mettre en évidence ce genre d'orientation, on a déjà imaginé divers petits appareils gyroscopiques, continus ou discontinus, dans lesquels l'inversion de l'une des rotations est produite soit à la main, soit par la réaction élastique d'une lanière de caoutchouc. Quand on opère à la main, on éprouve une très grande résistance, dont l'opérateur a seul conscience. Si l'on emploie une lanière de caoutchouc, comme la tension élastique de cette substance croît très rapidement quand on l'étire, il en résulte que l'action de cette lanière sur l'un des axes s'éteint très vite; par suite, les inversions de l'axe du tore qu'il s'agit d'observer ont très peu de durée. D'autre part, il importe de montrer que les effets de l'inversion des rotations sont réciproques, ce que les appareils jusqu'ici connus ne démontrent pas.

» L'instrument que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie réalise ces effets d'une façon très simple, tout en leur donnant une persistance assez grande.

» Il se compose d'un tore mobile à l'intérieur d'une chape susceptible de tourner autour des deux axes AB, CD, rectangulaires entre eux. Sur ces deux axes, peuvent agir successivement ou simultanément deux ressorts emmagasinés dans les petits barillets R, R'. Dans ce but, une petite corde à boyau s'enroule sur le tambour de chaque barillet et vient se fixer à volonté sur l'axe qu'elle doit actionner. Comme le diamètre de l'axe est environ le tiers de celui du tambour, on peut facilement enrouler huit à



dix tours de corde sans déterminer une réaction trop intense du ressort; enfin tout ce système est mobile autour de l'axe vertical AB, tournant sur un pied massif P, P ayant une stabilité suffisante.

» Voici les différentes manières d'opérer avec cet instrument :

» *Premier cas.* — Tout d'abord la poulie, sur laquelle s'enroule la corde du barillet R', est enlevée de l'axe CD et placée sur une pièce indépendante E, ce qui donne à cet axe une entière liberté; puis on fait tourner à la main tout le système autour de AB, de façon à enrouler sur cet axe huit à dix tours de la corde du barillet R, et l'on abandonne l'instrument à lui-même. Comme le tore ne tourne pas, le ressort réagit sur l'axe, déroule rapidement la corde en faisant tourner le système en sens contraire dont la position d'équilibre est dépassée, en vertu de la vitesse acquise, jus-

qu'à ce que la réaction du ressort ait annulé cette vitesse. A ce moment, le système tourne de nouveau en sens contraire, en vertu des mêmes causes, et ainsi de suite; en d'autres termes, le système est animé d'un mouvement circulaire alternatif.

» Il en est tout autrement si le tore est en rotation. Cette dernière est produite par une cordelette de soie préalablement enroulée sur l'axe du tore et que l'on déroule plus ou moins énergiquement.

» On observe alors que le système n'obéit à l'action du ressort R, qu'autant que l'axe du tore coïncide avec AB, et que les deux rotations tendent à se faire dans le même sens. Dans ces conditions, les deux rotations s'ajoutent : il en résulte un enroulement rapide et énergique de la corde sur AB jusqu'à ce que la réaction du ressort ait annulé la vitesse acquise. A ce moment, le ressort tend à faire tourner tout le système en sens contraire; mais cela ne se produit pas, car seule la rotation autour de AB a changé de sens, et, pour que l'entraînement du système ait lieu, il est nécessaire que la rotation du tore change aussi, ce qui ne peut se faire que par un retournement de son axe. Aussi voit-on le tore tourner lentement de 180° autour de CD pendant que la chape extérieure acquiert une fixité complète; mais sitôt que l'axe du tore coïncide de nouveau avec AB, tout le système est entraîné dans le sens de l'action du ressort. Cet entraînement est suivi d'un nouvel arrêt, pendant lequel un nouveau retournement de l'axe du tore se produit, et ainsi de suite.

» Ces curieux effets de la tendance des rotations au parallélisme produisent des alternances d'autant plus nombreuses que la tension du ressort et la rotation initiale du tore sont plus grandes.

» *Deuxième cas.* — Les rotations alternatives transmises à l'axe AB déterminant des alternances autour de CD, réciproquement celles-ci donnent naissance aux premières. On le démontre en disposant l'appareil de la façon suivante.

On supprime l'action du ressort R sur l'axe AB, mais on fait agir le ressort R' sur CD, en fixant sur cet axe la poulie sur laquelle s'enroule la corde du barillet R'. On fait tourner la chape intérieure autour de CD de façon à enrouler huit à dix tours de corde sur la poulie, on met le tore en rotation comme précédemment et on abandonne le système à lui-même.

» De suite, on observe un mouvement de précession autour de AB, dont le sens dépend de la rotation propre du tore et de celle autour de CD, mouvement qui se continue jusqu'à ce que l'axe du tore coïncide avec AB. A cet instant, le mouvement de précession se fait en sens inverse, et ainsi

chaque fois que l'action du ressort R′ produit le retournement de l'axe du tore : comme cet axe exécute une série de bascules dans un plan passant par AB, il y a inversion du mouvement de précession, toutes les fois qu'il y a coïncidence entre ces deux axes.

» Les bascules de l'axe du tore sont lentes si la rotation autour de AB est très libre; elles sont plus fréquentes, si cette rotation est retardée par une pression exercée à l'aide de la vis située à la partie supérieure de l'instrument.

» *Troisième cas.* — Enfin, voici ce qu'on observe quand on fait agir simultanément les ressorts R, R′ sur leurs axes respectifs. Après avoir enroulé huit à dix tours de corde sur chacun de ces axes et avoir mis le tore en relation rapide, on ne tarde pas à reconnaître une partie des particularités observées dans le premier cas, à l'exception de l'immobilité de la chape extérieure qui ne se produit plus pendant le retournement de l'axe du tore. Lorsque la vitesse acquise autour de AB est annulée par la réaction du ressort R, l'intervention du ressort R′ fait continuer l'enroulement de la corde sur AB, pendant que se fait la bascule du tore; mais, dès que les axes coïncident, tout le système est entraîné en sens contraire. Il résulte de cette particularité que la durée des alternances est notablement augmentée, toutes choses égales d'ailleurs.

» En raison de la réciprocité des effets qui se produisent autour des axes AB et CD, il y a lieu de désigner l'instrument ci-dessus représenté sous le nom de *gyroscope alternatif à mouvements réciproques.* »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la Sardine de Marseille.* Note de M. **A.-F. Marion.**

« La pêche de la Sardine a été assez fructueuse durant la campagne 1890 ($37216^{kg}5$), bien que les mauvais temps l'aient fréquemment contrariée au début et qu'elle ait été entravée, au milieu de la saison, par l'arrivée de bandes considérables de Dauphins, coïncidant avec celle de nombreux bancs de Thons et de *Scombresox Rondeletii* (*Castendeu* des pêcheurs provençaux).

» Il est digne de remarque que les grosses Sardines adultes, longues de 15^{cm} à 18^{cm}, n'ont pas discontinué de se montrer dans notre golfe pendant tous les mois de l'année. Les pêcheurs affirment que ce phénomène est déjà ancien et remonte à plus de quinze ans. Auparavant, la Sardine était notablement plus petite, et les bandes de gros poissons n'apparais-

saient qu'en mars, passaient au large et ne s'engageaient dans le golfe que pour peu de temps. Leur marche semblait dirigée vers les embouchures du Rhône, et il est admissible que ces changements dans leurs allures résultent des modifications apportées aux bouches de l'Ouest par la fermeture des *Graux*.

» Le développement des organes reproducteurs a donné lieu à des constatations semblables à celles de la précédente campagne. Je ne puis admettre que la ponte de la Sardine s'effectue en toute saison. La durée de la maturité sexuelle est, d'ailleurs, assez longue et peut être fixée, sur nos côtes, du milieu de novembre au milieu de mai. Il y a des bandes à maturité précoce, d'autres à maturité tardive. J'ai constaté cette année l'existence d'œufs bien formés et à la veille d'être rejetés, dans de grosses Sardines de $17^{cm},5$, qui, du 10 au 15 mai, fréquentaient le voisinage des ports. Par contre, durant les mois de juin, juillet, août et septembre, toutes les grosses Sardines étaient vides. L'irrégularité de l'état sexuel, déterminant des pontes successives, explique l'inégalité des alevins et leur apparition à diverses époques. Les premières *Pontines* se sont montrées, en 1890, pendant la première quinzaine de mars.

» Les *Pontines nues*, de 2^{cm} à 3^{cm}, étaient associées à des bandes de *Pontines vêtues*, longues déjà de 4^{cm} à $4^{cm},5$. Ces pontines allaient grandissant et devenaient des *Polailles*, de 6^{cm} à 7^{cm}, en avril, tandis que de nouvelles émissions de Pontines nues se produisaient le 25 avril, et plus tard encore à deux autres reprises, le 8 mai et enfin le 9 juin. Ces derniers alevins correspondaient évidemment aux pontes tardives du mois de mai. Comme à l'ordinaire, les sennes, appelées *Issango*, ont capturé les Sardinettes de l'année, arrivées à l'état de *Polailles* (6^{cm} à 8^{cm}, et plus tard, à la fin de la saison, 10^{cm} à 12^{cm}). Les premières bandes de Polailles furent capturées par ces filets le 30 mai, à l'entrée du golfe, au poste de Tiboulen de Maïré. C'étaient des poissons déjà assez forts pour l'époque et que les pêcheurs distinguaient des Polailles natives du golfe de Marseille, toujours plus nourries et colorées d'une manière plus intense. Les bandes de Sardines de l'année, produites dans le golfe, s'augmentent donc de celles des Sardines les plus précoces, qui se déplacent déjà le long de la côte de Provence. Je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai signalé déjà quant à la croissance de ces Sardinettes dont la taille, à la fin de la saison, reste cependant encore assez sensiblement inégale, ainsi qu'il fallait s'y attendre, en constatant l'apparition successive des Pontines nues depuis le mois de mars jusqu'au mois de juin.

» Je me suis occupé spécialement de la recherche de l'œuf libre attribuable à la Sardine, et mes observations me confirment absolument dans l'opinion déjà acceptée par moi et d'après laquelle l'œuf pondu flotterait à la surface. J'ai vu, comme d'autres naturalistes, que les œufs retirés du corps de la Sardine tombent au fond des vases; mais, ces œufs *morts*, lorsqu'ils sont assez avancés, laissent déjà leur capsule (qui est un chorion et non une membrane vitelline) se gonfler et produire le grand espace périvitellin si caractéristique, que l'on reconnaît dans les œufs flottants observés par Raffaële, à Naples, et que j'ai retrouvés en abondance, cette année, dans le fond du golfe, en opérant en février des pêches au filet fin. Les alevins sortis de ces œufs flottants, longs de 5^{mm}, ont une physionomie particulière. La position reculée de l'anus les fait reconnaître pour des Clupes. Ce caractère n'existe que chez les alevins de l'Anchois, du Hareng, de la Melette et dans ceux que nous attribuons à la Sardine. Les alevins éclos au laboratoire ont vécu huit jours en captivité. Leur sac vitellin était déjà presque complètement résorbé, le corps avait pris une forme svelte : il était long de 7^{mm}, l'œil avait déjà sa teinte bleu irisé, et il ne fallait plus que de légères modifications dans les nageoires pour réaliser l'aspect des plus petites *Pontines nues*.

» Je remarque que les constatations que je viens de faire, identiques à celles de Raffaële, reproduisent aussi, trait pour trait, les observations de Cunningham, à Plymouth. Elles seront exposées d'une manière plus démonstrative, avec dessins à l'appui, dans un fascicule des *Annales du laboratoire d'Endoume*, que j'aurai l'honneur de présenter sous peu à l'Académie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les tremblements de terre du 15 et du 16 janvier en Algérie.* Note de M. **A. Pomel**.

« Le 15 janvier, vers 4^h du matin, une violente secousse séismique effrayait la population algérienne, et la presse annonçait que l'on avait à déplorer des victimes et des ruines. Deux villages de colons, Gouraya et Villebourg, à l'ouest de Cherchell, ont été les plus éprouvés et peuvent être considérés comme détruits. Des hameaux indigènes du voisinage ont également beaucoup souffert. L'aspect des ruines est navrant, et le désordre est tel que l'on ne comprend pas qu'il n'y ait pas eu plus de victimes.

» Des pans de mur et des cloisons se sont effondrés dans toutes les directions; ici,

vers l'est ou vers l'ouest; là, vers le sud ou vers le nord; d'autres, restés debout, sont craquelés et comme émiettés et sans cohésion. Certains angles se sont disloqués en forme de pyramide droite; d'autres, plus rares, en pyramide renversée. Des masses lourdes et volumineuses ont été projetées à plusieurs mètres. Des toitures se sont effondrées, contribuant par leur poussée au renversement des murailles. Des hangars sur piliers en briques sont restés debout, bien que ces piliers aient été disjoints près de leur base, tout en étant restés en place. Des pièces de bois ont été chassées hors des encastrements de leur support.

» Quelques-uns de ces faits et d'autres encore, que je ne puis détailler, ne peuvent être expliqués que par une violente poussée verticale. Les sinistrés ont, en effet, éprouvé, à la première secousse, la sensation d'un choc terrible et brusque, comme une sorte de soulèvement que certains ont estimé supérieur à un demi-mètre [1]. Les oscillations et les trépidations qui ont suivi sont venues de l'ouest pour les uns, du nord pour les autres, probablement à des instants différents; elles ont achevé la dislocation des assises et déterminé les écroulements des constructions, sur lesquelles elles ont dû agir avec une grande énergie.

» Il ne paraît pas y avoir eu de déformation du sol. Quelques falaises démolies, quelques roches surplombantes éboulées, dont une a effondré une habitation kabyle et écrasé les gens qu'elle contenait. Les fissures signalées à Villebourg sont des fentes préexistantes, et un peu amplifiées, d'un cône argileux d'éboulement. La ligne blanche des Algues calcifères qui, d'habitude, avoisine le niveau de la mer, est relevée à plus de 30^{cm}. Mais une pareille dénivellation se produit sous les fortes pressions et aurait besoin d'une vérification. Il n'est resté aucune trace de raz de marée, s'il s'en est produit.

» Les secousses d'intensité variable, souvent répétées dans la journée du 15 et plusieurs autres à la suite, se sont répercutées jusqu'à Cherchell à 30^{km} vers l'est, sans dégâts sérieux. A Alger, les secousses se sont produites à 4^h, 4^h45^m, 5^h30^m, 6^h45^m très approximativement. La première a été la plus forte et a vivement émotionné la population. Le choc vertical a été enregistré par le baromètre à mercure enregistreur sous forme d'un trait vertical de près de 2^{mm} de long, dont les $\frac{2}{3}$ au-dessous de la ligne de pression qui s'est continuée sans à-coup ni déviation au delà, comme s'il

---

(1) A Villebourg, on prétend avoir vu des lueurs assez intenses et l'un des sinistrés affirme qu'elles lui ont permis de se diriger vers un escalier pour son sauvetage. Il est très probable que ces lueurs étaient, en réalité, des éclairs, car, à ce moment, la tempête était déchaînée.

n'y avait eu aucun trouble. Les enregistreurs anéroïdes n'ont pas été influencés. Il est bien à regretter que le séismographe *Angot*, de l'École des Sciences, ait été alors en réparation. Un séismographe à boulet, au service météorologique, a donné sur un papier fixe une figure indéchiffrable, formée de petits ronds et de traces enchevêtrées, dont l'ensemble indique un mouvement du traceur vers l'est de 3^{mm} et un autre vers le nord de même grandeur.

» J'ai pensé qu'il y aurait intérêt à déterminer le périmètre de la zone ébranlée, et à être renseigné sur des faits de détail. Dans ce but j'ai, sous le couvert de M. le Recteur de l'Académie, adressé un questionnaire aux fonctionnaires de l'enseignement primaire, qui m'ont fait parvenir trois cent quatre-vingts informations utiles.

» Je constate d'abord que le sud des hauts plateaux et le Sahara ont complètement échappé au mouvement séismique. Aïn-Sefra, Géryville, Aïn-Madi, Laghouat, Bou-Saada, Biskra, Gardaïa, Touggourt et El Oued du Souf n'ont fourni que des renseignements négatifs.

» Dans le Tell, on délimite une zone principale continue de 400^{km}, depuis Mira (2° long. E.) jusqu'à Perrégaux (2° 15′ long. O.). Assez étroite vers l'est et ne sortant pas du bassin inférieur du Sebaou, elle évite le massif du Djurdjura; puis elle le contourne à l'ouest pour s'élargir jusqu'à Aïn-Bessem, sans toucher à Bouïra ni à Aumale. Elle comprend tout le Sahel d'Alger et le massif littoral entre la mer et le Chellif. C'est en son milieu que se trouvent Gouraya et Villebourg. Tous les centres de population de la rive gauche du Chellif ont été ébranlés. Dans les gorges du bas Chellif, il y a interruption depuis Bosquet jusqu'à Tourrin, et la secousse ressentie à Mostaganem a dû lui arriver de l'Hilhil par Bouguirat.

» Boghar et Boghari, Teniet-el-Hâd, Tiaret, Saïda avec Aïn-el-Hadjar, jalonnant le bord des hauts plateaux, ont ressenti les secousses principales et semblent fournir avec Aïn-Bessem une limite méridionale, uniquement peut-être parce que les informations sont rares au delà. En effet, s'il n'y a rien eu à Charef et à Zenina, Chellala et Djelfa ont été légèrement secouées.

» Vers l'ouest, le bassin de l'Habra n'a pas été franchi, il n'est même touché qu'en deux points extrêmes, Perrégaux et Saïda. Les ébranlements paraissent être arrivés à ce dernier point de la vallée du Chellif par Cacherou, Fortassa et Zemmora, évitant ainsi le massif des Béni-Chougran, qui est en totalité resté en dehors. Mes informations ne sont pas tout à fait d'accord sur le nombre et l'importance des secousses secondaires; ce qui prouve qu'elles ont varié suivant les lieux, et elles étaient parfois tellement affaiblies qu'on les confondait avec celles de la tempête.

» En dehors de cette grande zone et à d'assez grandes distances, on a perçu des ébranlements qui paraissent dépendre de la même crise séismique. Vers l'ouest, à Bou-Tlélis, le choc s'est produit à $9^h 30^m$ du matin. A Tamzoura, au pied du Tessala, c'est à 8^h du soir. Le défaut de coïncidence pourrait, à la vérité, faire douter de cette relation.

» Mais vers l'est il n'y a plus à en douter. Kirata, à 100^{km} de Mira, est assez fortement secoué à 7^h du matin; plus loin, Saint-Arnaud l'est plusieurs fois entre 3^h et 5^h du matin; Aïn-Melouk, près Châteaudun du Rhumal, à 6^h30^m; Ahmed-ben-Ali, près Jemmapes, deux fois entre 5^h et 6^h du matin.

» De Jemmapes à Bou-Tlélis, il y a plus de 8° de longitude et une distance de 720^{km}. Entre Tenès et Tiaret, il y a 125^{km}, qui mesurent la grande largeur de la zone.

» C'est donc sur une surface de 9000^{kmq} que le mouvement séismique a exercé son action. Une pareille étendue et surtout sa forme ne sont pas compatibles avec une origine dans des points voisins de la surface.

» La secousse du 16, à 2^h15^m du matin, à Alger n'a pas eu d'influence sur le baromètre enregistreur à mercure. Elle a été à peine perçue dans la région de l'ouest, si ce n'est dans le Sahel et dans la région de Cherchell. Mais elle a pris vers l'est une assez grande intensité en se propageant sur des lieux épargnés la veille : massif du Djurdjura, Haussonvillers, Fréha, Aït-Lazis, Oued Amizour. Au delà, par Kérata, Oued Seguin, elle s'est étendue jusqu'à Jemmapes. Ce n'est évidemment qu'une des phases particulières du même grand phénomène dû à l'action des forces internes.

» Mes informations tendent à établir que pour la grande commotion du 15, il y a eu presque simultanéité de production dans la zone principale de l'ouest à l'est; l'effort a dû se produire normalement à cette direction; je n'ai pas les éléments pour en déterminer la vitesse de propagation. Toutefois on peut remarquer que l'influence de l'ébranlement ne s'est manifesté sur les appareils magnétiques du Parc Saint-Maur qu'avec un retard de dix minutes au moins.

» Il n'y a pas de relation apparente entre le mouvement séismique et la structure géologique de détail. Il y en a un plus manifeste avec la structure orographique et on ne peut méconnaître l'influence des deux systèmes du Tatra et des Baléares, prédominant dans la région ébranlée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1891.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Lallemand. — MM. Charcot, Sappey, Ranvier, Brown-Séquard, Bouchard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et A. Milne-Edwards.

Prix Chaussier. — MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Brown-Séquard, Larrey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Richet.

Prix Bellion (fondé par Mlle Foehr). — MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Brown-Séquard, Marey réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Larrey et Richet.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Charcot, Marey, Verneuil, Brown-Séquard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Richet et Larrey.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, Brown-Séquard, Bouchard, Charcot, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Verneuil et Chauveau.

Prix L. La Caze (Physiologie). — MM. Ranvier, Chauveau, Larrey réunissent la majorité des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Médecine et Chirurgie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et A. Milne-Edwards.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le 4e fascicule de la « Bibliotheca mathematica, Journal d'Histoire des Mathématiques », publié à Stockholm, par M. *Gustaf Eneström.* (Présenté par M. de Jonquières.)

M. **Paul Camboué** adresse, de Madagascar, ses remerciements pour le prix Savigny qui lui a été décerné.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris;* par M. G. **Bigourdan**. Note communiquée par M. Mouchez.

« Comme les nébuleuses nouvelles dont on a déjà donné les positions (*Comptes rendus*, t. CV, p. 926 et 1116), les suivantes ont été découvertes

avec l'équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,31$ d'ouverture; elles ont été trouvées principalement dans les années 1887 à 1890.

» Pour la notation des grandeurs, j'appelle 13,5 l'éclat des objets qui, dans cet instrument, sont à l'extrême limite de visibilité. Par suite, il peut y avoir doute, sinon sur l'existence, du moins sur le caractère nébuleux des objets dont la grandeur indiquée est 13,5; il en est de même pour les amas très faibles, parfois pour les nébulosités qui accompagnent certaines étoiles, etc. Dans ces conditions, on aurait pu ne pas publier les positions de ces objets, et c'est même pour ces raisons que, en 1887, quelques-uns avaient été laissés de côté. Mais il semble aujourd'hui que cette publication est sans inconvénient, puisque chaque objet est accompagné d'une description sommaire, et qu'elle présente divers avantages, entre autres, celui d'appeler l'attention des observateurs qui examinent les nébuleuses voisines, car la plupart des objets suivants ont été trouvés en étudiant des nébuleuses déjà connues.

» Voici la signification des principales abréviations employées :

N. G. C. = *New general Cat. of Nebulæ, ...*, par J.-L.-E. Dreyer.
p = angle de position, compté comme pour les étoiles doubles.
d = distance.
Gr. est l'abréviation de grandeur.

Nos	Ascension droite. (1860,0)	Distance polaire. (1860,0)	Description.
103....	0h. 1m.15s	63°. 4'	Étoile double (Gr. : 13,3 et 13,4) dont la composante 13,4 ne paraît pas bien stellaire; parfois l'ensemble a paru accompagné de nébulosité.
104....	0.15.22	80.18	Objet nébuleux soupçonné seulement, à cause de son extrême faiblesse.
105....	0.23.51	59.56	Petit amas de 30″ à 40″ de diamètre et peut-être entremêlé de nébulosité.
106....	0.34.52	61. 7	Gr. : 13,4-13,5; diffuse, 40″ de diamètre, avec condensation un peu stellaire, et qui paraît légèrement excentrique.
107....	0.35.12	61. 6	Objet nébuleux, soupçonné seulement.
108....	0.52.56	59.58	Gr. : 13,4-13,5; peut-être irrégulière, 25″ d'étendue, sans noyau.
109....	0.53.14	97.40	Gr. : 13,5; soupçonnée seulement.
110....	0.53.18	97.42	Gr. : 13,5; soupçonnée seulement.
111....	0.54.14	97.32	Gr. : 13,5; soupçonnée seulement.

Nos.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	Description.
	h m s	° ′	
112 ...	0.54.28	97.31	Néb. que le voisinage de 159 BD — 7° empêche de bien voir. Cette étoile est à $p = 168°$, $d = 2'$.
113....	1. 4.37	91.13	Gr. : 13,5; traces de nébulosité près de 156 BD — 1°.
114....	1. 7.19	57.23	Gr. : 13,4; ronde, 30″ de diamètre, avec noyau assez stellaire.
115....	1.12. 4	57.59	Gr. : 13,5; tout à fait insaisissable.
116....	1.12.17	58. 2	Étoile 13,3-13,4 qui paraît accompagnée d'un peu de nébulosité.
117....	1.12.35	75.53	Gr. : 13,5; d'aspect assez stellaire.
118....	1.17.25	92.11	Gr. : 13,3-13,4; d'aspect stellaire.
119....	1.17.33	92.19	Gr. : 13,3; assez diffuse, ronde, 25″ de diamètre, avec noyau assez diffus.
120....	1.18. 3	57.14	Gr. : 13,5; assez nettement nébuleuse.
121....	1.18. 5	57.15	Étoile 13,4 qui paraît accompagnée d'un peu de nébulosité.
122....	1.25.22	59.58	Gr. : 13,5; faible nébulosité voisine d'une étoile 13,3-13,4 qui gêne pour l'apercevoir.
123....	1.25.23	59.47	Gr. : 13,4; difficile à voir à cause du voisinage d'une étoile double (Gr. : 13,0 et 13,0).
124....	1.25.24	59.50	Gr. : 13,4-13,5; très diffuse, 30″ d'étendue, avec très faible condensation australe.
125....	1.25.33	59.50	Gr. : 13,5; soupçonnée seulement près de 240 BD + 30°, à $p = 170°$, $d = 3'$.
126....	1.25.33	60.18	Gr. : 13,5.
127....	1.25.34	60.15	Gr. : 13,4-13,5 ; difficile à voir ; une étoile 10 est voisine à $p = 330°$, $d = 3'$.
128....	1.25.44	60.13	Gr. : 13,4-13,5 ; très diffuse et assez étendue.
129....	1.25.50	60.15	Très faible et très diffuse, légèrement plus brillante vers le centre, sans noyau.
130....	1.25.52	60.14	Gr. : 13,4 ; diffuse.
131....	1.26. 7	59.58	Gr. : 13,4 ; d'aspect assez stellaire ; elle paraît formée par une étoile 13,4 accompagnée de nébulosité de 30″ étendue.
132....	1.26.18	59.57	Gr. : 13,4 ; très diffuse, 30″ d'étendue. Une étoile 13,1 très voisine (à $p = 110°$, $d = 0',6$), gêne beaucoup pour l'apercevoir.
133....	1.43.23	68.49	Gr. : 13,4-13,5 ; presque insaisissable. Une étoile 10,5 est à $p = 358°$, $d = 4'$.
134....	2. 1. 8	84.18	Gr. : 13,4-13,5 ; très diffuse, 1′ à 1′,5 d'étendue, sans noyau.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
	h m s	° ′	
135....	2.15.32	111.23	Gr. : 13,4 ; assez diffuse, 30″ de diamètre, avec noyau assez stellaire et très faible.
136....	2.30.11	48.53	Gr. : 13,3 ; 35″ à 40″ de diamètre.
137....	2.30.41	88.17	Gr. : 13,3 ; ronde, 35″ à 40″ de diamètre, avec noyau stellaire qui ressort fortement.
138....	2.46.11	77.43	Gr. : 13,4 ; très diffuse, 1′ à 1′,5 de diamètre ; passe 10s après 1134 NGC, et est plus australe de 8′.
139....	2.57.53	97. 2	Gr. : 13,5 ; sans détail perceptible.
140....	3.11.45	92.29	Étoile 13,0, un peu diffuse et entourée de nébulosité, très faible, de 30″ de diamètre.
141....	3.14.13	49. 6	Gr. : 13,4 ; fortement stellaire.
142....	3.20.16	111.51	Gr. : 13,4 ; diffuse, 40″ de diamètre, avec noyau assez diffus.
143....	3.27. 6	95.35	Excessivement faible, insaisissable ; l'étoile 687 BD-5°, est à $p = 40°$, $d = 4'$.
144....	4.13.56	70.52	Étoile 13,4-13,5 qui paraît accompagnée d'un peu de nébulosité.
145....	4.23. 3	90.52	Objet stellaire qui paraît être une petite nébuleuse de 5″ de diamètre.
146....	4.42. 2	96.32	Gr. : 13,5 ; très diffuse, formée peut-être par quelques étoiles 13,5 peu serrées.
147....	6.42.23	106.45	Étoile 12,8 qui paraît entourée de nébulosité de 25″ à 30″ d'étendue.
148....	6.42.54	106.53	Étoile 13,4-13,5 qui paraît accompagnée d'un peu de nébulosité ; pourrait être un petit amas de 2 ou 3 étoiles très voisines et inégales.
149....	7.10.52	102.55	Trace de nébulosité dans laquelle on soupçonne 2 ou 3 étoiles 13,5.
150....	7.59. 7	88.34	Gr. : 13,4, 40″ à 50″ de diamètre, avec petit noyau qui ressort légèrement.
151....	8.29.51	88.50	Objet nébuleux 13,5 formé peut-être par plusieurs étoiles assez voisines.
152....	9.12.29	106.10	Nébuleuse brillante, allongée vers $p = 97°$, de 1′,5 de long sur 30″ à 40″ de large, plus brillante dans la partie moyenne, sans noyau.

ASTRONOMIE. — *Sur les variations observées de la latitude d'un même lieu.* Note de M. A. GAILLOT, communiquée par M. Mouchez.

« A la suite d'une étude sommaire faite en 1866, nous avons trouvé que la latitude de l'Observatoire de Paris (centre du cercle de Gambey) paraissait éprouver une variation annuelle de faible amplitude. Nous avions alors attribué une médiocre importance à ce résultat, convaincu qu'il avait son origine, non dans un changement réel de la latitude, mais dans des modifications périodiques de la disposition des couches atmosphériques, ou bien dans une erreur systématique des déclinaisons des étoiles observées, erreur variable avec l'ascension droite des divers groupes de ces étoiles.

» Les observations faites récemment à Berlin, Potsdam et Prague, paraissant confirmer l'existence d'une variation annuelle des latitudes, nous avons cru devoir reprendre à nouveau, et d'une manière plus complète, l'étude de cette intéressante question, à l'aide des documents que pouvaient nous fournir les *Annales de l'Observatoire de Paris*.

» Nous avons trouvé, dans l'ensemble des observations faites au cercle de Gambey, une série suffisamment longue, août 1854 à septembre 1857, présentant un concours de circonstances particulièrement favorables pour l'étude que nous avions en vue : observations nombreuses du nadir et d'étoiles culminant près du zénith, lectures constamment faites sur les mêmes traits pour toutes les observations similaires, soirées d'observations presque toujours commencées et terminées par un nadir. Cette dernière circonstance nous a permis de déterminer avec une grande précision la variation de la lecture aux microscopes en fonction de la température du cercle. Nous avons trouvé que, la lunette étant constamment dirigée sur le même point fixe, la lecture diminuait de $0'',43$ pour un accroissement de 1° dans la température du cercle, quels que fussent d'ailleurs la valeur absolue de cette dernière quantité, l'amplitude de sa variation et l'intervalle de temps compris entre les deux observations du nadir faites dans une même soirée. Nous avons tenu compte de cette variation dans tous les cas.

» Les étoiles dont nous avons discuté les observations sont : α Cassiopée, α Persée, α Cocher, ι, α, γ et η Grande Ourse, β et γ Dragon, α et β Lyre, α Cygne et α Céphée. Toutes passent au méridien, soit au sud, soit au nord, à moins de 16° du zénith.

» Les équations personnelles relatives aux divers observateurs ont été déduites de l'ensemble des relations que nous avons pu former, en comparant la moyenne des résultats obtenus par deux observateurs différents, ayant observé le nadir et une même étoile *dans le courant du même mois*.

» Ensuite, tenant compte de la valeur de ces équations personnelles, nous avons encore comparé la moyenne des résultats fournis, sans distinction d'observateur, mais toujours *dans le même mois*, par deux étoiles différentes. Nous avons formé ainsi un nouveau système d'équations, dont nous avons déduit la correction, constante pour chaque étoile, à appliquer aux latitudes observées, pour éliminer les erreurs dues à toutes les causes qui avaient pu affecter d'une manière invariable les résultats fournis par cette étoile, telles que l'erreur de la déclinaison moyenne adoptée, l'erreur des traits du cercle, l'influence de la flexion.

» Nous devons faire remarquer qu'ayant pour but de déterminer, non la latitude elle-même, mais seulement ses variations, nous n'avions nullement besoin de connaître la valeur absolue de la correction précédente, ni celle de l'équation personnelle, mais seulement les différences des valeurs correspondant aux diverses étoiles et aux divers observateurs; l'une de ces valeurs, dans chaque détermination, pouvant être fixée arbitrairement.

» Si, dans les deux recherches précédentes, nous nous sommes toujours astreint à ne comparer que les observations faites dans le même mois, c'est que nous voulions rendre les résultats obtenus à peu près indépendants de l'influence éventuelle d'une variation annuelle de la latitude.

» Les résultats primitifs ayant reçu les deux corrections précédemment indiquées, nous avons pu comparer toutes les latitudes définitivement conclues, sans distinction d'origine.

» Cette comparaison est présentée dans le Tableau suivant, sur la disposition duquel nous n'avons qu'une remarque à faire, c'est que les saisons que nous avons considérées ne correspondent pas aux saisons réelles du calendrier, leurs limites étant à égale distance des solstices et des équinoxes.

Résultats moyens des observations de la latitude faites au cercle de Gambey (1854-1857).

Temps moyen astronomique.	Latitude observée.					Poids.				
	Hiver.	Print.	Été.	Aut.	Année.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.	Année.
	I. — Observations faites dans la journée.									
	48° 50′	48° 50′	48° 50′	48° 50′	48° 50′					
Avant 21 ..	13″,97	11″,85	11″,93	11″,96	11″,91	0,9	50,9	29,7	10,8	92,3
De 21^h à 0^h.	12,00	11,27	11,91	11,33	11,58	7,0	12,4	12,6	12,8	44,8
De 0^h à 3^h..	11,38	10,38	11,04	11,84	11,46	10,1	3,8	4,6	18,6	37,1
Après 3^h...	11,06	11,74	11,96	12,30	11,64	10,7	8,0	31,7	14,4	64,8
	II. — Observations faites dans la soirée.									
De 5^h à 7^h..	11,98	11,90	»	»	11,97	8,9	1,0	»	»	9,9
De 7^h à 9^h..	11,66	11,59	»	11,45	11,51	11,5	28,3	»	73,0	112,8
De 9^h à 11^h.	11,39	11,33	11,49	11,37	11,42	18,1	46,6	93,1	41,1	198,9
De 11^h à 13^h.	11,70	11,82	11,61	11,45	11,65	11,5	21,3	57,4	6,1	96,3
De 13^h à 15^h.	12,12	11,83	11,94	»	11,93	2,2	6,1	24,1	»	32,4
Moy. gén.	11,59	11,59	11,62	11,56	11,60	80,9	178,4	253,2	176,8	689,3

» On voit, par l'inspection des nombres de la dernière ligne que les observations étudiées par nous n'accusent aucune variation annuelle sensible de la latitude.

» Nous avons présenté les moyennes correspondant aux observations faites dans la journée, pour ne rien omettre des résultats obtenus; mais ces observations étant généralement assez peu concordantes, nous nous abstiendrons, au moins provisoirement, d'en rien conclure.

» En ce qui concerne les observations faites dans la soirée, l'existence d'un minimum, vers les neuf heures, paraît bien établie : les résultats obtenus dans chaque saison étant absolument concordants à cet égard.

» Nous croyons que toute hypothèse relative à la cause du phénomène serait prématurée. Il importe avant tout d'en vérifier l'existence réelle par des observations faites spécialement dans ce but; ce à quoi on arrivera facilement en modifiant légèrement le plan du travail adopté pour les recherches relatives à la variation annuelle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la représentation conforme.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je me propose d'indiquer, dans cette Note, un moyen rigoureux et simple de lever l'objection de Harnack relative à la théorie de la repré-

sentation conforme. Soit S une aire fermée du plan des (x, y) de contour s, et $\zeta = \xi + i\eta$ une fonction analytique de $z = x + iy$, qui représente l'aire S sur le cercle Γ de rayon 1, dont le centre ω (origine des axes ζ, η) correspond au point O, origine des axes x, y. Si l'on pose $\zeta = z e^{k(z)} = z e^{g+ih}$, la fonction $g(x, y)$ est la fonction de Green relative à l'aire S et au point O. Cette condition remplie, la fonction $\zeta = z e^{g+ih}$ est telle qu'à tout point z de S correspond un point ζ de Γ et un seul, et réciproquement. Quand z tend vers un point z_0 de s, ζ tend vers la circonférence γ de Γ, mais il n'est pas certain (et c'est là l'objection de Harnack dans son livre sur le potentiel logarithmique) que ζ tende vers un point déterminé de γ. Nous allons montrer qu'il en est toujours ainsi, *pourvu seulement que la tangente le long de s varie avec l'arc d'une manière continue, sauf en un nombre fini de points anguleux*.

» Supposons d'abord que s soit une courbe convexe le long de laquelle la tangente varie avec l'arc d'une manière continue. Posons

$$\zeta = z e^{g+ih} = z e^{k(z)},$$

$g(x, y)$ désignant la fonction de Green relative à l'aire S et au point O. Appelons r et θ les coordonnées polaires d'un point z, ρ et φ celles d'un point ζ. Aux courbes $\rho = \rho_0 (0 < \rho_0 < 1)$ du plan des (ξ, η), correspondent les courbes C ou $g + \mathrm{L}r = \mathrm{L}\rho_0$ du plan des (x, y), qui tendent vers s quand ρ_0 tend vers 1. Soit M un point de S, et ω l'angle que fait avec OM la tangente MT à la courbe C qui passe par M (menée dans le sens des angles θ croissants). En chaque point (x, y) de S, ω a pour valeur

$$\Omega(x, y) = \operatorname{arc\,tang} \frac{x \dfrac{\partial g}{\partial x} + y \dfrac{\partial g}{\partial y} + 1}{y \dfrac{\partial g}{\partial x} - x \dfrac{\partial g}{\partial y}};$$

Ω est une fonction de x, y harmonique et régulière dans S, car c'est la partie réelle de la fonction $i\mathrm{L}i\left(\dfrac{dk}{dz} + 1\right)$. Le long de s, l'angle ω prend des valeurs $\omega'(s)$ qui varient avec l'arc s d'une manière continue et restent comprises entre des limites essentiellement positives α et β; mais la fonction $\Omega(x, y)$ tend-elle vers la valeur $\omega'(x_0, y_0)$ quand (x, y) tend vers le point (x_0, y_0) de s? Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que la fonction $\mathrm{V}(x, y)$, harmonique et régulière dans S, qui prend sur s les valeurs $\omega'(s)$, coïncide avec $\Omega(x, y)$: c'est ce que nous allons établir.

» A cet effet, considérons un polygone convexe p_n de n côtés *inscrit* dans s, et la fonction $\zeta_n(z) = z e^{g_n + ih_n} = z e^{k_n(z)}$, où g_n désigne la fonction

de Green relative à l'aire P_n (qu'enferme P_n) et au point O : $\zeta(z)$ représente P_n sur le cercle Γ. Soit λ_n la longueur du plus grand côté de p_n. Quand on fait croître n indéfiniment (λ_n tendant vers zéro), $g_n(x, y)$ tend vers $g(x, y)$; la fonction $\Omega_n(x, y) = \operatorname{arc\,tang} \dfrac{x \dfrac{\partial g_n}{\partial x} + y \dfrac{\partial g_n}{\partial y} + 1}{y \dfrac{\partial g_n}{\partial x} + x \dfrac{\partial g_n}{\partial y}}$ tend donc vers $\Omega(x, y)$ pour tout point (x, y) de l'aire S. Il nous suffit de prouver que $V(x, y)$ est également la limite de $\Omega_n(x, y)$.

» Étudions les valeurs de Ω_n le long de p_n. Soit M_0 un des points de l'arc de s sous-tendu par le côté $A_i A_{i+1}$ de p_n, M_0T la tangente à s, δ le plus petit angle (en valeur absolue) de M_0T et de $A_i A_{i+1}$. Quand M_0 décrit la courbe s, δ varie avec M_0 et est discontinu à chaque sommet A_i. On peut trouver une longueur l assez petite pour que, λ_n étant inférieur à l, $|\delta|$ soit inférieur à ε, quel que soit M_0 (ε est un nombre positif aussi petit qu'on veut). Ceci posé, le long de chaque côté $A_i A_{i+1}$, la fonction $\Omega_n + \theta$ est régulière et constante [égale à l'angle φ_i de $A_i A_{i+1}$ avec Ox]; mais elle admet les points A_i comme points critiques. Si de A_i comme centre on décrit, entre les deux côtés adjacents, un arc de cercle c de rayon très petit, $\Omega_n + \theta$ varie le long de c de φ_i à φ_{i+1} en prenant une seule fois les valeurs intermédiaires. Désignons par p'_n le contour de l'aire P'_n intérieure au polygone et extérieure aux cercles c : dans P'_n et sur p'_n, la fonction $\Omega_n(x, y)$ est régulière, et si M_0 et M' sont deux points de s et de p'_n qui correspondent à la même valeur de θ, on a, quel que soit θ,

$$|\Omega_n(x', y') - \omega'(x_0, y_0)| < \varepsilon$$

(pourvu que λ_n soit inférieur à l).

» D'autre part, on peut tracer une courbe s' intérieure à s, sans point commun avec s, et telle qu'on ait pour tout point (x', y'), intérieure à s et extérieure à s',

$$|V(x', y') - \omega'(x_0, y_0)| < \varepsilon,$$

M_0 et M' étant sur le même rayon vecteur. Si donc on a choisi l assez petit pour que p_n soit compris entre s et s', on aura

$$|V(x', y') - \Omega_n(x', y')| < 2\varepsilon$$

pour tout point (x', y') de p'_n, par suite, pour tout point (x, y) de P'_n, c'est-à-dire que $\Omega_n(x, y)$ tend vers $V(x, y)$ quand λ_n tend vers 0. Les fonctions V et Ω coïncident.

» $\Omega(x, y)$ prend donc sur le contour s les valeurs $\omega'(s)$, et varie, par suite, dans S, entre les limites positives α et β. Faisons tendre le point M

de S vers le point M_0 de s sur le rayon vecteur OM_0, et considérons la courbe Δ ou $\varphi = f(\rho)$ que décrit le point ζ correspondant. Tout d'abord, M ne rencontre qu'une fois chaque courbe C (ou $g + Lr = L\rho_0$); car, si les points M' et M'' de OM_0 appartenaient à la même courbe C, Ω s'annulerait entre M' et M'', ce qui est impossible. Quand M tend vers M_0, ρ croît donc constamment et tend vers 1; à chaque valeur de ρ correspond un point M bien déterminé de OM_0, par suite, une valeur déterminée de Ω. Si l'on pose $\cot\Omega = \psi(\rho)$, la courbe Δ, qui coupe chaque cercle $\rho = \rho_0$ sous l'angle Ω, satisfait à l'équation différentielle $d\varphi = \frac{\psi(\rho)}{\rho}$, $\psi(\rho)$ restant fini, continu et tendant vers $\cot\omega'$ quand ρ tend vers 1. De là résulte immédiatement ([1]) : 1° que φ tend vers une limite φ_0 quand M tend vers M_0 sur OM_0, et tend uniformément vers cette limite quand M_0 (ou z_0) parcourt s; 2° que le point $\zeta_0 = \cos\varphi_0 + i\sin\varphi_0$ varie avec z_0 d'une manière continue et parcourt une fois la circonférence quand z_0 parcourt s; 3° que ζ tend vers ζ_0 quand z tend vers z_0 sur un chemin quelconque et réciproquement. De plus, les angles sous lesquels les chemins décrits par z et par ζ coupent respectivement s et γ sont égaux. La correspondance entre z et ζ est donc encore biuniforme et conforme sur la périphérie des aires S et Γ.

» Il est facile, dès lors, de démontrer la proposition suivante, qui comprend le théorème énoncé plus haut sur la représentation conforme : *Soient* AB *un arc de courbe le long duquel la tangente varie d'une manière continue (sauf en un nombre fini de points anguleux),* Σ *une aire que* AB *limite partiellement,* $Z(z) = X + iY$ *une fonction holomorphe dans* Σ. *Si* $X(x, y)$ *prend sur* AB *une valeur constante,* Y *prend une suite continue de valeurs le long de tout fragment* A'B' *de* AB. *De plus, l'angle* a *de deux courbes* z *qui se coupent au point* z_0 *de* A'B' *est égal à l'angle* A *des deux courbes* Z *correspondantes. Si, toutefois,* z_0 *est un point anguleux de* A'B', α *désignant l'angle des deux tangentes en ce point, on a* $A = a\frac{\alpha}{\pi}$.

» Ce théorème admis, une méthode que j'ai indiquée dans le Mémoire déjà cité (p. 96-105) permet de démontrer cette proposition plus générale : *Soient* AB *un arc de courbe tel que les fonctions* $x(s)$, $y(s)$ *admettent une dérivée continue d'ordre* $(p+2)$, *et* $Z(z) = X + iY$ *une fonction de* z *holomorphe dans l'aire* Σ *attenante à* AB. *Si* $X(x, y)$ *prend sur* AB *des valeurs* $X_1(s)$, *qui admettent une dérivée d'ordre* $(q+1)$ *intégrable* $\frac{d^{q+1}X_1}{ds^{q+1}}$, $Z(z)$ *et*

([1]) Voir, à ce sujet, mon Mémoire : *Sur les lignes singulières des fonctions analytiques*, p. 19-25.

ses dérivées, jusqu'à l'ordre n inclusivement, prennent, le long de tout fragment A'B' *de* AB, *des valeurs continues : n désigne le plus petit des nombres p et q.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les pressions à l'intérieur des milieux magnétiques ou diélectriques.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Communication récente, M. H. Poincaré a appelé l'attention de l'Académie sur la théorie, donnée par M. H. von Helmholtz, des pressions au sein des milieux magnétiques; j'ai repris cette théorie dans deux récents Mémoires (¹) et l'ai développée dans un Ouvrage actuellement en cours de publication. Je demande à l'Académie la permission de résumer très brièvement ceux des résultats contenus dans cet Ouvrage qui sont encore inédits :

» 1° L'étude complète de l'équilibre des fluides magnétiques m'a montré que, contrairement à l'idée de Maxwell, la pression à l'intérieur de ces fluides était constamment normale à l'élément sur lequel elle agit, et indépendante en grandeur de l'orientation de cet élément. La densité n'est pas liée à cette pression par la loi de compressibilité qui régit les milieux non aimantés, mais par une relation qui dépend du coefficient d'aimantation. Cette relation rend compte des expériences par lesquelles on avait cru démontrer l'exactitude des vues de Maxwell. Une discussion approfondie de la théorie de Maxwell m'a permis de mettre en évidence l'erreur analytique sur laquelle elle reposait.

» Mon analyse s'étend aussi aux corps solides aimantés.

» 2° La théorie thermodynamique de l'aimantation s'étend sans peine aux corps diélectriques amorphes ou cristallisés.

» Dans un cristal diélectrique dépourvu de centre, le potentiel thermodynamique interne renferme un terme linéaire par rapport aux composantes de l'aimantation. L'étude de ce terme rend compte de toutes les propriétés des corps pyro-électriques et piézo-électriques, dont la théorie rentre ainsi dans la théorie générale des corps diélectriques.

» 3° L'étude des pressions à l'intérieur des corps diélectriques cristallisés peut être abordée en suivant les méthodes générales que j'ai employées dans l'étude des corps amorphes; les lois des déformations de ces

(¹) *Sur les propriétés diélectriques* (*Travaux et Mémoires des Facultés de Lille*, n° 2). — *Sur les propriétés d'un sel magnétique en dissolution* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 1890).

corps renferment un terme qui disparaît dans les cristaux non piézo-électriques et dont la présence rend compte des déformations des cristaux piézo-électriques étudiées par MM. Curie.

» 4° J'ai abordé l'étude des fluides incompressibles aimantés doués de force coercitive. Lorsqu'un semblable fluide est en équilibre, l'aimantation y est distribuée comme sur un corps parfaitement doux; mais la fonction qui joue le rôle de la fonction magnétisante ne dépend pas seulement de la nature du fluide et de son aimantation; elle peut dépendre de la manière dont l'équilibre du fluide s'est établi.

» Les curieuses expériences de M. P. Joubin sur les corps diamagnétiques s'expliqueraient en supposant que l'éther est un fluide magnétique doué de force coercitive.

» 5° Enfin, j'ai donné une série de propositions sur les actions mutuelles des corps plongés dans un milieu magnétique ou diélectrique; parmi ces propositions, je mentionnerai seulement la suivante : la présence d'un milieu diélectrique, qui laisse, aux actions entre corps conducteurs, la forme donnée par les lois de Coulomb, mais en modifie seulement la grandeur, modifie plus profondément les lois des actions entre corps mauvais conducteurs. Si l'on veut regarder comme sensiblement exactes les lois classiques des actions électriques non seulement pour les corps bons conducteurs, mais encore pour les corps isolants, on est conduit à attribuer à l'éther un pouvoir inducteur spécifique très voisin de l'unité.

» Les indications que je viens de donner sur les principaux résultats nouveaux auxquels je suis parvenu dans mon Ouvrage sont si brèves qu'elles ne sauraient, dès maintenant, entraîner l'assentiment des physiciens; mais j'espère que les démonstrations complètes des résultats ici énoncés ne tarderont guère à être publiées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Propagation de l'ondulation électrique hertzienne dans l'air.* Note de MM. **Édouard Sarasin** et **Lucien de la Rive**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats que nous avons obtenus en répétant les belles expériences de M. Hertz sur les oscillations électriques rapides ([1]). Nous nous étions alors bornés au cas où l'ondulation électrique se transmet le long d'un fil con-

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 13 janvier 1890; *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1890, t. XXVIII, p. 113.

ducteur : depuis nous avons répété une autre des expériences de M. Hertz, celle qui consiste à suivre la propagation de l'induction électrique à travers l'air en l'absence de tout conducteur métallique. L'excitateur primaire est placé en avant d'une grande paroi métallique plane et parallèlement à celle-ci. Les ondulations électriques qui en émanent se propagent à travers l'air, arrivent à la paroi métallique, faisant pour elles office de miroir, les ondes réfléchies formant alors, avec les ondes directes, un système d'ondes stationnaires, dont le premier nœud est au miroir.

» Pour étudier le système de concamérations qui s'établit en avant du miroir, on y promène le résonateur circulaire dans deux positions principales différentes : 1° en le maintenant constamment parallèle au miroir et au primaire, c'est-à-dire dans le plan de l'onde; 2° en le déplaçant dans le plan mené normalement au miroir par l'axe du primaire, plan de vibration. Dans les deux cas, les résultats sont absolument concordants quant à la position des maxima et minima équidistants de force électromotrice. Outre ces deux procédés opératoires, M. Hertz en a employé un troisième qui consiste à faire interférer entre elles sur un même résonateur les ondes lui arrivant d'un même excitateur, soit directement à travers l'air, soit par un fil conducteur. De ces expériences, il conclut, par les grandes longueurs d'onde du miroir, que la vitesse de propagation à travers l'air en l'absence de tout fil conducteur est presque le double de celle que l'on observe le long d'un fil, que ces deux vitesses sont l'une par rapport à l'autre environ comme 7 : 4, contrairement à la théorie de Maxwell, qui voudrait que ces deux vitesses fussent égales.

» Vu son importance au point de vue théorique, nous nous sommes particulièrement appliqués à la vérification de ce point spécial. Ayant reconnu, par nos expériences antérieures le long des fils, la constance de la période ondulatoire d'un résonateur circulaire donné quel que soit l'excitateur primaire par l'action duquel il est mis en jeu, un même excitateur permettant au contraire l'observation d'autant de longueurs d'onde qu'on dispose de cercles de grandeurs différentes, nous nous sommes attachés à comparer la longueur d'onde donnée par un même résonateur circulaire le long des fils avec celle qu'il donne dans l'air en l'absence de fils.

» Comme surface réfléchissante, nous nous sommes servis d'un grand rideau de feuille de plomb de $2^{m},80$ de hauteur sur 3^{m} de largeur, maintenu plan et vertical par son propre poids. Les excitateurs primaires et la grande bobine d'induction de Ruhmkorff étaient les mêmes que ceux que nous avons employés dans nos précédentes recherches. L'excitateur était placé en avant du miroir avec son axe horizontal et son interruption sur la normale au centre de la paroi métallique. Sa distance à celle-ci a varié entre 4^{m} et 10^{m}. Le résonateur circulaire était fixé sur un chariot glissant le long d'un grand banc d'optique en bois déjà décrit.

» Nous avons beaucoup varié les conditions de l'expérience et répété les observations un grand nombre de fois.

» Nous résumons, dans le Tableau qui suit, les résultats que nous avons obtenus avec dix cercles différents (¹) :

Diamètre du cercle D.	1ᵐ gros fil. 1ᶜᵐ d.	0ᵐ,75 gros fil.	0ᵐ,50 gros fil.	0ᵐ,35 gros fil.	0ᵐ,35 fil fin. 2ᵐᵐ d.	0ᵐ,25 gros fil.	0ᵐ,25 fil fin.	0ᵐ,20 gros fil.	0ᵐ,20 fil fin.	0ᵐ,10 gros fil.
1ᵉʳ ventre....	2,11	1,60	1,11	0,76	0,75	0,46	0,54	0,39	0,42	0,21
1ᵉʳ nœud....	4,14	3,01	»	1,49	1,51	0,94	1,17	0,80	0,93	0,41
2ᵉ ventre.....	»	»	»	2,30	2,37	1,63	1,89	1,24	1,55	0,59
2ᵉ nœud.....	»	»	»	3,04	3,10	2,15	2,40	1,69	2,05	0,79
3ᵉ ventre....	»	»	»	»	»	2,71	2,94	»	2,46	0,96
3ᵉ nœud.....	»	»	»	»	»	3,14?	»	»	»	»
$\frac{1}{4}\lambda$ air.......	2,03	1,41	1,11	0,76	0,80	»	0,60	0,43	0,51	0,19
$\frac{1}{4}\lambda$ fil........	1,92	1,48	0,98	0,73	»	»	0,56	»	0,45	»
2D.........	2,00	1,50	1,00	0,70	0,70	»	0,50	0,40	0,40	0,20

» Nous donnons, dans ce Tableau, les moyennes des mesures obtenues avec chaque cercle et, pour abréger, nous n'avons pas séparé les unes des autres, celles exécutées avec des excitateurs primaires de dimensions différentes, ces mesures ne présentant pas entre elles de différence systématique. Dans ces dernières expériences dans l'air, comme dans nos recherches antérieures le long des fils, nous avons, en effet, constaté qu'*un résonateur circulaire donne toujours la même longueur d'onde,* quand même on fait varier les dimensions du primaire entre certaines limites (²). Ainsi donc, ici encore, on observe ce que nous avons appelé la *résonance multiple.*

» Dans le cas des grandes longueurs d'onde, cercles de 1ᵐ et de 0ᵐ,75, qui portent très vite fort loin du miroir en rapprochant autant de l'action directe du primaire, on ne peut guère constater d'une manière un peu précise qu'un ventre et un nœud, outre le nœud qui se trouve au miroir même. Avec les plus petits cercles, pour lesquels les dimensions du miroir sont aussi plus favorables, on peut facilement déterminer trois ventres et trois nœuds, y compris celui du miroir. L'équidistance des ventres et des nœuds est, on le voit, assez satisfaisante (³).

(¹) La sensibilité de la vis micrométrique est un élément très important pour ce genre de recherches, surtout avec les petits cercles qui ne donnent que des étincelles très faibles. En dernier lieu, nous avons employé une vis donnant le $\frac{1}{400}$ de millimètre.

(²) L'intensité de l'étincelle du résonateur étant plus faible dans cette expérience que dans celle des fils et diminuant, en outre, beaucoup plus rapidement à mesure qu'on s'éloigne du primaire, l'observation est en tout moins nette qu'avec les fils. Pour opérer dans de bonnes conditions, il importe donc de donner au primaire des dimensions à peu près appropriées au diamètre du résonateur. Les limites entre lesquelles on peut observer convenablement ici la résonance multiple sont moins étendues que dans le cas des fils, mais varient facilement du simple au double ou même plus.

(³) M. Hertz place le premier nœud à une certaine distance en arrière du miroir; cette perturbation à l'extrémité ne paraît pas ressortir de nos expériences. Comme on

» Le résultat le plus important de notre travail ressort de la comparaison des chiffres des trois dernières lignes du Tableau, qui montrent que la longueur d'onde obtenue, pour chaque cercle dans le cas de la propagation à travers l'air, est très sensiblement égale à celle que ce même cercle donne le long des fils, le quart de l'une et de l'autre étant lui-même à très peu près égal au double du diamètre du cercle correspondant. D'où il suit que *la vitesse de propagation des ondulations électriques hertziennes à travers l'air est très sensiblement la même que celle avec laquelle elles se transmettent le long d'un fil conducteur* (1). »

SPECTROSCOPIE. — *Méthode nouvelle pour la recherche des bandes faibles dans les spectres de bandes. Application au spectre des hydrocarbures.* Note de M. **H. Deslandres.**

« Le spectre de bandes attribué aux hydrocarbures ou au carbone seul, suivant les auteurs, est fourni par les sources de lumière le plus fréquemment employées (gaz de l'éclairage, arc électrique); il se retrouve dans le spectre solaire et constitue, en grande partie, le spectre des comètes et d'une classe particulière d'étoiles. Son importance est donc très grande.

» J'ai étudié ce spectre par une nouvelle méthode, qui m'a permis de le compléter et de lui adjoindre sûrement trois bandes nouvelles, à savoir : λ 438,19, λ 437,13, λ 436,5. Ces bandes ne sont pas données par la combustion des hydrocarbures, mais elles se présentent avec les bandes ordinaires des hydrocarbures et du cyanogène dans l'arc électrique et dans la combustion du cyanogène. Aussi les a-t-on, au début, attribuées à ce dernier gaz (2).

---

le voit, par le Tableau, le premier quart de longueur d'onde ne présente pas une différence systématique sensible avec les autres.

(1) Nous avions déjà donné cet énoncé dans une Communication préliminaire faite sur ce sujet à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, dans sa séance du 1er mai 1890 (*Archives des Sciences phys. et nat.*, t. XXIII, p. 557); mais nous avons complètement repris depuis lors ces recherches en variant de quantité de manières les conditions de l'expérience, et c'est ce dernier travail que nous résumons ici. De son côté M. Lecker, de Vienne, a trouvé, par une méthode toute nouvelle, que la vitesse de l'ondulation électrique le long d'un fil est égale à celle de la lumière.

(2) MM. Liveing et Dewar, dans leurs belles recherches sur les spectres du carbone, après avoir rapporté ces trois bandes au cyanogène, ont montré ensuite l'inexactitude de cette première assertion ; mais comme, dans certaines expériences, ils les ont obtenues à l'exclusion des bandes ordinaires des hydrocarbures, ils n'ont pu, avec le

» Or l'application de la loi générale de répartition des bandes que j'ai posée (*Comptes rendus*, 1887) pour les spectres de bandes permet de conclure que les bandes en question appartiennent sûrement au groupe des hydrocarbures. Cette application est résumée dans le Tableau suivant, qui offre ces trois bandes et les seize bandes connues des hydrocarbures, rangées en cinq séries, dans lesquelles les intervalles des bandes, d'après la loi, croissent en proportion arithmétique, les séries étant d'ailleurs superposables. Les bandes, exprimées en nombres de vibrations, sont disposées dans les cinq séries verticales, de manière que les intervalles égaux des séries soient sur une même ligne horizontale. Aux points des séries où manque une bande, l'intervalle est égal à la somme des intervalles correspondants des autres séries.

Spectre des hydrocarbures en nombres de vibrations (¹).

Série I. N.	Intervalles.	Série II. N.	I.	Série III. N.	I.	Série IV. N.	I.	Série V. N.	I.
								167,94*	
									14,97
						166,61*		182,91	
							15,17		
				165,09*		181,78*			
					15,39				30,54
		163,39*		180,18				213,45	
			15,64		15,67		31,09		16,64
161,59*		179,03		196,15*		212,87		229,09	
	15,89		15,92		15,92		15,89		
177,48		194,95		212,08		228,76			
	16,12		16,14		16,13				
193,60		211,09		228,21					

» D'après ce Tableau, on peut, avec les seize bandes connues, en partant de sept de ces bandes, retrouver par le calcul exactement les neuf autres; or, en prolongeant le calcul dans les mêmes conditions, on obtient les trois bandes en question, qui, en nombres de vibrations, sont représentées par N 228,21, N 228,76, N 229,09. Donc ces trois bandes appartiennent au groupe des hydrocarbures.

» On peut même, en poussant plus loin encore le calcul, obtenir la position de bandes encore plus réfrangibles, par exemple les bandes $\lambda = 408,35$ et $\lambda = 408,17$. Mais, d'après toutes les analogies, ces bandes

---

procédé employé, les ramener sûrement à ce dernier groupe. M. H.-W. Vogel, d'autre part, les attribue toujours au cyanogène.

(¹) Les nombres de ce Tableau sont ceux de MM. Kayser et Runge (*Annales de Wiedemann*; 1889), dont les mesures faites avec un apppareil très puissant sont actuellement les plus précises. Pour les nombres non déterminés par eux et marqués d'un astérisque, j'ai adopté les nombres d'Angström et de Thalen, ramenés à la base du professeur Rowland choisie par MM. Kayser et Runge, soit $D_2 = 589,608$.

seraient très faibles et d'ailleurs noyées dans les bandes très fortes du groupe du cyanogène.

» Quoi qu'il en soit, par l'adjonction des trois bandes nouvelles, le groupe des hydrocarbures, considéré dans son ensemble, prend une forme plus symétrique, plus régulière, et se rapproche plus encore des spectres de bandes de l'azote, qui sont les seuls étudiés jusqu'à présent d'une manière complète (1). Ces spectres divers, à mesure que leur étude est poussée assez loin, se rapprochent d'un type commun, uniforme, dont la constance est due à des variations semblables des nombres entiers qui les régissent.

» Cette application de la loi de répartition des bandes constitue une méthode nouvelle (2) pour la recherche des bandes faibles qui sont noyées dans un mélange de groupes de bandes différents. Elle est le premier exemple de la découverte par le calcul de bandes nouvelles dans les spectres de bandes, la première découverte analogue pour les spectres de lignes, ayant été faite, comme on sait, par M. Lecoq de Boisbaudran. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'origine des alcools supérieurs contenus dans les flegmes industriels.* Note de M. L. Lindet, présentée par M. Duclaux.

« Dans une précédente Communication (3), j'ai montré que les alcools supérieurs, dont la proportion augmente régulièrement du commencement à la fin de la fermentation, prennent surtout naissance quand la fermentation est terminée et que le moût se trouve abandonné à lui-même. J'ai, pour expliquer ce fait, émis l'hypothèse que les alcools supérieurs sont, pour la plus grande partie du moins, les produits d'une fermentation secondaire, qui se trouve, au début des opérations, étouffée par la fermen-

---

(1) La bande $\lambda 431,9$, que donne aussi la combustion des hydrocarbures, d'après les calculs précédents, n'appartiendrait pas au même groupe que les autres bandes moins réfrangibles. Ce résultat, qui a été soutenu par M. N. Lockyer est confirmé par l'examen des bandes résolues en raies fines.

(2) MM. Kayser et Runge, dont j'ai adopté les mesures, ont cherché aussi, avec la loi de répartition, à retrouver les bandes $\lambda = 438$; mais l'application de la loi a été incorrecte; ils n'ont pas placé les bandes dans les séries convenables, et ils sont arrivés au nombre $\lambda = 434,9$, très différent du nombre observé; lorsque le calcul est fait exactement comme dans le Tableau annexe, l'accord est complet.

(3) *Comptes rendus*, t. CXII, p

tation alcoolique normale. Les expériences que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie viennent confirmer cette conclusion.

» I. Si les organismes étrangers à la levure et qui produisent ces alcools sont en réalité gênés dans leur développement par la levure elle-même, ils doivent l'être d'autant plus que la quantité de levure employée pour ensemencer la cuve aura été plus considérable, et que la fermentation proprement dite aura été plus active; on doit donc obtenir, en employant une grande quantité de levure, un flegme plus pur en alcools supérieurs qu'en faisant usage d'une quantité de levure plus faible. C'est ce qui a eu lieu en effet dans les deux séries d'expériences que j'ai entreprises.

» Deux solutions de sucre (saccharose), de densité égale, ont été mises en présence, l'une d'une quantité d'une levure industrielle, qui représentait (à l'état pressé) 80 pour 100 du sucre, l'autre d'une quantité qui n'en représentait que 20 pour 100. Les deux liquides ont été distillés et les flegmes, soumis à la distillation fractionnée, dans des conditions absolument comparables, ont fourni des quantités d'alcools supérieurs insolubles, qui sont inscrites dans le Tableau ci-dessous.

» La même expérience a été faite non plus avec du sucre pur, mais avec un produit commercial désigné sous le nom de *maltose* et qui, provenant de la saccharification du maïs par le malt d'orge, contient, en même temps que du sucre fermentescible, des matières azotées et des matières minérales, et dont la dissolution constitue par conséquent un véritable moût industriel. Chacune des fermentations représentait un hectolitre et demi. Dans un cas, le maltose a été mis en contact de 35 pour 100 de son poids de levure pressée, dans un autre de 2 pour 100 seulement. Les liquides alcooliques obtenus par la distillation de ces moûts ont été traités comme précédemment et ont fourni également des quantités d'alcools supérieurs assez différentes les unes des autres pour confirmer l'exactitude de l'hypothèse qui m'avait servi de point de départ.

	Première série. Moût de sucre pur. — Alcools supérieurs		*Deuxième série.* Moût de maltose. — Alcools supérieurs	
	extraits de $1^{lit},800$ d'alcool pur.	par litre d'alcool pur.	extraits de $2^{lit},700$ d'alcool pur.	par litre d'alcool pur.
Fermentation avec beaucoup de levure.......	$2^{cc},65$	$1^{cc},47$	$10^{cc},7$	$3^{cc},96$
Fermentation avec peu de levure...........	$4^{cc},15$	$2^{cc},30$	$14^{cc},3$	$5^{cc},29$

» Les fermentations faites avec beaucoup de levure ont été nécessairement plus actives, et ont donné à la distillation un rendement en alcool brut plus élevé que celles où figuraient des proportions plus faibles de levure.

» II. En donnant à une fermentation une activité spéciale, on doit obtenir un moût plus pauvre en alcools supérieurs que dans le cas où l'on abandonne la fermentation à elle-même. Cette activité, je l'ai produite artificiellement en ajoutant au moût une certaine quantité de drèche de brasserie, préalablement stérilisée. M. Delbrück a montré, en effet, que les moûts qui contiennent de la drèche fermentent plus vivement et donnent plus d'alcool que les moûts clairs, et il attribue ce fait à ce que la drèche, soulevée par l'acide carbonique qui se dégage de la fermentation, produit un brassage incessant de la cuve et amène continuellement à la surface, à l'air par conséquent, la levure qu'elle entraîne. J'ai donc, parallèlement au second moût de la deuxième série, ensemencé un moût de maltose qui s'est trouvé dans des conditions de concentration, d'acidité, de température, identiques au précédent. La seule différence venait de ce qu'il contenait de la drèche, tandis que l'autre n'en contenait pas. La distillation fractionnée des flegmes qu'ont fournis l'un et l'autre moût a donné les résultats suivants :

	Alcool produit pour 100 du maltose.	Alcools supérieurs: extraits de $2^{lit},700$ d'alcool pur.	Alcools supérieurs: par litre d'alcool pur.
		cc	cc
Fermentation avec drèche.....	30,9	12,7	4,70
Fermentation sans drèche.....	28,2	14,3	5,29

» Les écarts que l'on constate dans les rendements d'alcools supérieurs tiennent encore à ce fait : que la fermentation du moût pâteux a été plus active que celle du moût clair.

» III. Je me permettrai enfin de rappeler une série d'expériences que j'ai publiée autrefois ([1]) et qui montre encore le rôle que peuvent exercer les fermentations étrangères à la levure. La température de fermentation influe sur le rendement en alcools supérieurs. Au fur et à mesure que la température s'abaisse, que les rendements en alcool total augmentent, et que, par conséquent, la fermentation se fait dans des conditions de pureté plus grande, on voit la proportion des alcools supérieurs diminuer.

([1]) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 182.

Température de fermentation.	Alcool total pour 100 du moût.	Alcools supérieurs par litre d'alcool.
	cc	cc
25-27° C..........	5,82	5,9
18-21°............	5,93	5,4
8-10°............	6,32	5,2

» De ces expériences, il convient de conclure que les alcools supérieurs ne sont pas, pour la plus grande partie, les produits normaux de la fermentation alcoolique, mais sont ceux de la vie d'êtres microscopiques, qu'il s'agit maintenant de déterminer. Il résulte également de ces expériences que l'on obtiendra toujours les flegmes les plus purs, chaque fois que l'on réalisera les conditions d'une fermentation active et exempte d'organismes étrangers. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hématine végétale.* Note de M. **T.-L. Phipson.**

« En 1879, ma Note sur la *palmelline* a paru dans les *Comptes rendus* et dans plusieurs journaux de Chimie. Cette substance, que j'avais extraite de l'algue *Palmella cruenta* et qui présente dans sa composition le fer, donne, de plus, un spectre d'absorption semblable à celui qui est donné par le sang. Il est évident, d'après la Note publiée par M. Georges Linossier, *Sur une hématine végétale* (*Comptes rendus*, 2 mars 1891), dans laquelle ce chimiste décrit une matière colorante extraite des spores de l'*Aspergillus niger*, que la substance en question est identique avec la palmelline que j'ai découverte il y a plus de douze ans, et qu'en conséquence le nom donné en premier lieu à cette substance curieuse doit être retenu, jusqu'à ce que l'on ait prouvé qu'elle est identique avec l'hématine du sang.

» Je saisis cette occasion pour attirer l'attention sur un rapport intéressant entre la matière colorante du sang et la chlorophylle des végétaux. Depuis les expériences faites dans mon laboratoire, à Londres, sur la palmelline, j'ai observé que, dans nos environs, la *Palmella cruenta*, algue qui, du temps de Linné, fut appelée *Chaos sanguinea*, est *quelquefois* complètement verte et devient ensuite rouge de sang en achevant sa végétation. On sait que la chlorophylle donne aussi un spectre d'absorption, et que la biliverdine (dérivé du sang) est d'une couleur verte très semblable à celle de la chlorophylle, et ayant aussi un spectre d'absorption

particulier. Il est probable que l'on trouvera la palmelline dans plusieurs autres espèces de végétaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Emploi de l'acide carbonique liquéfié pour la filtration et la stérilisation rapides des liquides organiques.* Note de M. **A.** d'Arsonval (1).

« Les remarquables effets produits par l'injection sous-cutanée d'extraits provenant des différents tissus de l'organisme, suivant la méthode de M. Brown-Séquard, nous ont conduit à étudier, au laboratoire de Médecine du Collège de France, un procédé rapide et sûr pour stériliser *à froid* les liquides renfermant des substances albumineuses ou colloïdes.

» La filtration à travers la porcelaine par le procédé Pasteur-Chamberland se fait trop lentement dans ce cas, et, de plus, la bougie retient une grande partie des colloïdes aux pressions, relativement faibles (5^{atm} à 6^{atm} d'air), qu'on emploie d'ordinaire. La méthode que je vais décrire stérilise doublement ces liquides : 1° par filtration à travers la porcelaine, et 2° par l'action spéciale bactéricide qu'exerce la pression du gaz employé (acide carbonique liquéfié). L'acide carbonique est le gaz qui est normalement en contact avec les tissus, puisque les éléments anatomiques vivent dans la lymphe qui en est saturée ; il ne peut donc en altérer la composition d'une manière notable. Le liquide à filtrer est mis en présence du gaz carbonique liquéfié à une pression moyenne de 45^{atm}, pression qui agit d'abord pour stériliser directement le liquide et ensuite le forcer à filtrer rapidement à travers la bougie.

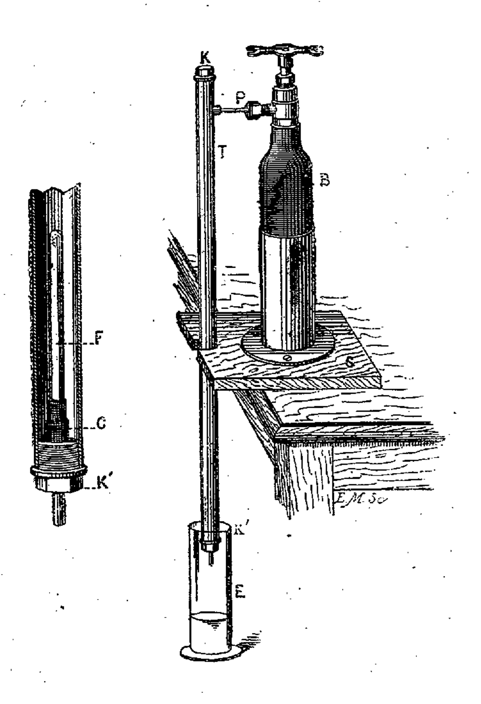
» L'appareil instrumental figuré ci-contre est des plus simples.

» Une bouteille en fer forgé B, placée verticalement sur un support S, contient environ 500^{gr} de gaz carbonique liquéfié que l'industrie livre couramment aujourd'hui à très bas prix. Cette bouteille est munie à sa partie supérieure d'un robinet à pointe d'acier et d'un ajutage P, sur lequel vient se monter le tube KK' qui constitue l'appareil à filtration et à stérilisation.

» Ce tube (en cuivre ou en acier) est sans soudure et peut résister à des pressions de 200^{atm}; sa capacité intérieure est d'environ 300^{cc} dans le modèle courant de mon appareil. C'est la forme qui, à égalité de poids et de capacité intérieure, résiste le mieux à la pression. Ce tube est fermé à la partie supérieure par un bouchon mobile K

(1) Le principe de cette méthode a été communiqué à la Société de Biologie, en décembre 1890.

qui sert à introduire le liquide à filtrer, bouchon qui reçoit également dans certains cas un manomètre gradué jusqu'à 100^{atm}. Le bouchon inférieur K′ est également mobile et reçoit la bougie de porcelaine F, qui s'y adapte d'une façon très simple par un dispositif figuré à part à une échelle plus grande.



» La bougie F est cylindrique; elle pénètre dans un petit tube métallique faisant corps avec le bouchon K′. On chausse un bout de tube de caoutchouc C à la fois sur cette bague et sur la bougie. La pression du gaz applique énergiquement le caoutchouc contre ses deux supports et la fermeture est d'autant plus étanche que la pression est plus forte.

» Il est extrêmement facile, comme on le voit, d'enlever la bougie pour la remplacer ou la revivifier en la portant au rouge sur un bec de gaz. Le tout est placé sur le rebord d'une table et une éprouvette stérilisée E reçoit le liquide filtré. Si l'on veut soumettre le liquide à la pression du gaz sans le filtrer, on remplace la bougie F par une tige pleine de même diamètre. Le maniement de l'instrument est des plus simples et l'on exerce ainsi de très fortes pressions sans la moindre fatigue. L'appareil est peu encombrant, facilement transportable et ne présente absolument aucun danger, grâce au soin tout particulier apporté à sa fabrication par M. Ducretet.

» La pâte des bougies doit subir également des modifications dans sa composition, suivant la consistance du liquide à filtrer et les pressions employées.

» L'acide carbonique, à ces hautes pressions, devient un agent bactéricide extrêmement puissant. Il peut suffire, à lui seul, pour stériliser une

solution comme le ferait l'autoclave dans beaucoup de cas. La résistance des microbes à son action est très inégale, suivant leur nature, comme on devait s'y attendre. En prolongeant la pression et surtout en l'augmentant par l'intervention d'une température de 40°, incapable de coaguler les albuminoïdes, il n'est pas d'être vivant qui puisse résister. Je reviendrai, en détail, sur ce point dans une prochaine Communication. En graduant convenablement ces deux facteurs, le temps et la pression, on peut atténuer certaines cultures, retarder leur développement, etc. Ces différents points étant encore à l'étude, je ne peux que les signaler.

» Enfin, si l'on fait intervenir la filtration et la pression, j'ai remarqué que la richesse en substances colloïdes du liquide filtré était en relation intime avec la pression exercée sur le liquide. Dans un mélange de peptone et d'albumine d'œuf, par exemple, on peut graduer la pression de façon que la peptone passe d'abord presque seule; mais, à 50^{atm} ou 60^{atm} de pression, avec des pâtes convenables, tout passe, excepté les corps figurés.

» Avec des liquides contenant un mélange de ferments divers, comme le liquide pancréatique, on arrive, en graduant la pression, à avoir des liquides dont l'action est très différente, certains ferments passant à l'exclusion ou tout au moins beaucoup plus rapidement que d'autres.

» Par une étude minutieuse de toutes ces conditions, étude que je poursuis actuellement, ce procédé pourra devenir une méthode d'analyse physique précieuse pour la Physiologie et la Chimie organique.

» Dès à présent, l'appareil que je viens de décrire est susceptible de rendre les plus grands services pour la stérilisation à froid des liquides organiques destinés aux injections sous-cutanées, et est constamment employé dans ce but, depuis trois mois, avec le plus grand succès, au laboratoire de Médecine du Collège de France. »

ZOOLOGIE. — *Les mâles chez les Ostracodes d'eau douce.* Note de M. R. Moniez.

« Les Ostracodes d'eau douce sont habituellement cités parmi les animaux chez lesquels les mâles sont le plus rares et où intervient le plus souvent la parthénogénèse ; toutefois, chez un certain nombre de genres, presque tous très peu nombreux en espèces et peu répandus, les deux sexes sont connus et la reproduction est sexuelle.

» Le genre *Cypris*, tel qu'il est maintenant compris, très riche en espèces dont la plupart sont fort communes, malgré les nombreuses recherches dont il a été l'objet à ce point de vue, était considéré comme ne présentant pas de mâles, à tel point que Sars ([1]) donne la *reproduction exclusivement parthénogénétique* comme un de ses caractères; on peut dire la même chose pour plusieurs genres de beaucoup moindre importance et moins souvent observés, parmi les Ostracodes.

» En dehors de la répugnance que l'on peut avoir à admettre la loi d'exception suivant laquelle des animaux se reproduiraient d'une manière exclusivement asexuée, certains faits, comme l'existence, chez les femelles, d'un *receptaculum seminis* et d'un appareil destiné à la copulation, semblaient cependant autoriser à croire que les mâles apparaissaient à certaines époques, au moins, ou dans des conditions à déterminer, comme cela se passe chez plusieurs autres formes de Crustacés, par exemple.

» Déjà plusieurs auteurs, dont les indications avaient passé inaperçues, avaient trouvé des mâles chez plusieurs espèces du genre *Cypris* (s. str.) : Fischer ([2]) les mentionne à propos des *C. prasina*, *C.* (?) *exserta* et *mareotica*, récoltés à Palerme et en Égypte, et Herrick ([3]) les a rencontrés chez la *C. modesta* et chez une deuxième espèce qu'il appelle, à tort, *C. virens*.

» Les observations que j'ai pu faire sur les Ostracodes rapportés par différents voyageurs qui ont bien voulu m'en confier l'étude me permettent d'augmenter, d'une façon très sensible, le nombre des formes chez lesquelles les mâles sont connus et me portent à croire que tous ces animaux, quand on les connaîtra suffisamment, rentreront dans la règle générale.

» C'est ainsi que j'ai trouvé en abondance le mâle des Cypris suivantes : *C. incongruens* Ramd., Algérie, Tunisie; *C. virens* Jurine, Algérie; *C. Blanchardi*, nov. sp.; *C. ungulata*, nov. sp.; *C. mareotica* Fischer; *C. balnearia*, nov. sp.

D'autre part, le genre *Erpetocypris*, qui compte une dizaine d'espèces, n'avait pas jusqu'ici fourni de mâles ([4]) et Sars, dans la diagnose du

---

([1]) G.-O. Sars, *On some Freshwater Ostracoda and Copepoda raised from dried australian Mud* (*Christiania Videnskabs-Selsk. Forhandl.*, 1889).

([2]) S. Fischer, *Beitrag z. Kentniss d. Ostracoden*, 1855.

([3]) C.-L. Herrick, *List of the Freshwater and marine Crustacea of Alabama*, etc. (*Geolog. Survey of Alabama*, 1887).

([4]) L'*E. spinosa* se reconnaît, à première vue, aux épines tronquées, portant une

genre, mentionne également que la reproduction en est exclusivement parthénogénétique; j'ai trouvé, dans les matériaux rapportés d'Asie par M. Barrois, une forme nouvelle (*E. spinosa* Mz.) récoltée en avril, et représentée par des individus des deux sexes ([1]).

» Les mâles n'étaient pas connus davantage dans le genre *Cypridopsis*, bien que certaines espèces puissent s'observer parfois en très grande abondance. J'ai observé des individus nombreux de ce sexe, chez les *C. villosa*, récoltés en Tunisie par M. Letourneux et en Algérie par M. Blanchard.

» Il faut noter que ces diverses espèces, sauf une, le *C. spinosa* d'Asie, ont été rencontrées sous les deux sexes, en Afrique, et que toutes ont été récoltées vers la même époque, soit entre mars et avril.

» Sous quelle influence apparaissent ces mâles? Il n'est pas impossible, jusqu'ici, de tirer de conclusions, et l'on ne peut qu'appeler l'attention des zoologistes sur cette intéressante question. On ne peut invoquer l'époque de l'année ni le climat, car, d'une part, Barrois en Asie, Blanchard en Amérique, se sont livrés à leurs recherches à peu près à la même époque de l'année, et nous n'avons trouvé qu'une seule espèce pourvue de mâles dans les récoltes du premier, tandis que celles du second en comprennent sept, qui sont représentées par les deux sexes; d'autre part, nous n'avons vu aucun mâle parmi les très nombreux individus de différents *Cypris* ou *Cypridopsis* des Açores, récoltés à différentes époques de l'année, par MM. Barrois, Chaves ou de Guerne. Il n'en existe pas davantage au milieu des sept espèces représentées, il est vrai, par peu d'individus, recueillies dans les Indes néerlandaises par M. Max Weber, et il s'en faut que toutes les espèces rapportées par M. Letourneux soient représentées par les deux sexes. Ajoutons que nous n'avons pas, jusqu'ici, trouvé de mâles dans les Ostracodes récoltés en Chine par M. Schmacker, non plus d'ailleurs que parmi les espèces collectionnées à différentes époques de l'année, en plusieurs points de l'Espagne, par M. Bolivar. En France, nous n'avons encore rencontré de mâles d'Ostracodes que chez les genres ou sous-genres qui les présentent habituellement.

---

longue soie, qui recouvrent les valves et au réseau, extrêmement serré, qui orne toute la surface de la coquille.

([1]) Fischer (*Ub. das Genus Cypris*) parle bien de l'existence de mâles chez sa *C. fasciata* (*Erpet. Fischeri* Lillj.), mais ce qu'il figure comme le testicule n'est autre chose que le canal enroulé du *receptaculum seminis* d'une femelle.

» La salure des eaux n'est pas non plus un facteur, constant du moins, de l'apparition des mâles ; si, d'un côté, la plupart des espèces rapportées par Blanchard ont été pêchées dans des eaux d'une richesse en chlorure supérieure à la moyenne, les Ostracodes trouvées par Barrois dans les mêmes conditions n'ont présenté aucun mâle, et l'*Erpet. spinosa*, comme le *C. balnearia*, vit dans l'eau douce. D'autre part, les Cyprides de différentes eaux saumâtres d'Europe ne nous ont montré que le sexe femelle, absolument comme lorsqu'elles se trouvent dans l'eau douce. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la salure sur la formation de l'amidon dans les organes végétatifs chlorophylliens.* Note de **M. Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

« Dans le but de continuer avec plus de fruit mes recherches sur la biologie des plantes du littoral, j'ai étudié, entre autres, le travail de M. Brick ([1]) pour comparer ses résultats à ceux que j'ai donnés en 1889 ([2]). Je compte présenter bientôt la discussion des faits principaux; aujourd'hui, je désire seulement m'arrêter sur un point qui me paraît très intéressant et que mes cultures permettent de mettre un peu plus en lumière que les quelques lignes que lui consacre M. Brick.

» Sur six plantes étudiées, l'auteur constate dans trois que l'amidon se décèle plus ou moins facilement dans les grains de chlorophylle et, dans le résumé qu'il présente à la fin de son travail, il arrive à dire que la formation de l'amidon est fortement empêchée chez les halophytes « vraisemblablement par HCl ». Il se base sur les propriétés des chlorures et la théorie de M. Schimper ([3]) : « en général, dans le processus » de l'assimilation, il se forme du glucose et l'amidon naît de ce glucose » quand la quantité de celui-ci a dépassé, dans la cellule, un maximum » déterminé, variable selon l'espèce. »

» J'ai revu, à ce sujet, les échantillons que je conserve dans l'alcool.

([1]) C. Brick, *Beiträge zur Biologie und vergleichenden Anatomie der baltischen Strandpflanzen* (*Schriften d. naturforchenden Gesellschaft zu Danzig*, t. V, 1888) (*voir* aussi : *Botanisches Centralblatt*, t. XXXIX, 1889).

([2]) Pierre Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (*Comptes rendus*, séance du 29 juillet 1889).

([3]) A.-F.-W. Schimper, *Ueber Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern* (*Bot. Ztg.*, 1885, p. 787).

J'ai constaté qu'il n'y a pas d'amidon dans les feuilles du *Zostera marina* (Saint-Servan). Les feuilles de l'*Aster Tripolium* n'ont montré que des traces d'amidon au voisinage des nervures principales dans les échantillons que la mer n'atteint que très rarement; rien sur des pieds inondés à chaque marée (Quelmer).

» Le *Salicornia herbacea* du Vivier présente à la partie inférieure de chaque entre-nœud, dans les échantillons les plus avancés sur les vases, une région palissadique plus développée que sur les pieds ayant poussé près de la digue; dans les premiers, l'amidon était en moindre quantité que dans les seconds. La tige des *Polygonum aviculare* et *maritimum* présente des bandes palissadiques longitudinales chlorophylliennes. Sur la coupe transversale, ces bandes vont en augmentant d'épaisseur et les palissades s'y développent davantage en passant du *Polygonum aviculare* de Rennes à celui du bord de la mer (Saint-Enogat) et au *Polygonum maritimum* de Saint-Malo; au contraire, l'amidon décroît.

» Dans les cultures expérimentales que j'ai instituées en 1888 ([1]), j'ai revu des feuilles du *Lepidium sativum* récoltées le 28 juin. L'amidon est nul dans les feuilles des échantillons les plus salés : arrosages à l'eau de mer pure, à l'eau de mer diluée à $\frac{1}{2}$; arrosages aux solutions de chlorure de sodium dans les proportions de 25^{gr} et $12^{gr},5$ par litre; mélanges terreau et sel où celui-ci entre pour $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{12}$. Il apparaît dans la région moyenne de la feuille, autour des nervures : mélange de terreau et sel dans les proportions $\frac{1}{24}$, $\frac{1}{54}$ de NaCl.

» Enfin il envahit toute la feuille avec des variations plus ou moins prononcées. Je ne l'ai pourtant pas vu dans les grains de chlorophylle des cellules stomatiques.

» La conclusion qui découle de ces faits est que la salure a certainement de l'influence sur la formation de l'amidon dans les organes végétatifs chlorophylliens. Dans les cas extrêmes, elle empêche la formation de cet amidon. Il en résulterait un ralentissement dans les phénomènes de l'assimilation du carbone. Si je rappelle que j'ai montré déjà qu'une forte salure est accompagnée d'une diminution de la chlorophylle, ce ralentissement est confirmé ou trouve son explication dans cette diminution. Je me contenterai, pour le moment, de signaler ces faits. »

([1]) Pierre Lesage, voir *Revue générale de Botanique*, 1890, et *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1890).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Note sur le dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique chez les Cactées.* Note de M. E. **Aubert**, présentée par M. Duchartre.

« De Saussure ([1]) a remarqué que le *Cactus Opuntia* dégage, à la lumière, une quantité notable d'oxygène. Cet oxygène provient de la décomposition de l'acide malique, comme l'a établi Mayer ([2]) dans ses recherches sur les Crassulacées. Mayer a signalé ce dégagement d'oxygène, même quand l'atmosphère est dépourvu d'acide carbonique.

» Ainsi les plantes grasses peuvent perdre de l'oxygène à la lumière.

» J'ai constaté un autre fait : c'est que, dans certains cas, les Cactées peuvent, à la lumière, donner *un dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique;* la plante perd en même temps carbone et oxygène.

» *Expériences.* — L'*Opuntia tomentosa* et le *Mamillaria elephantidens*, l'un en forme de raquettes allongées, l'autre cylindrique, ont été étudiés de la manière suivante :

» Deux plantes identiques ont été renfermées dans des éprouvettes sur le mercure et exposées, l'une à la lumière, l'autre à l'obscurité, dans une étuve à 35°. (Le ciel était nuageux et le gaz primitif était formé de 20,61 d'oxygène et 79,39 d'azote.)

» 1° Opuntia tomentosa. — *Lumière. Résultante de l'assimilation et de la respiration.* — Une raquette pesant $19^{gr},030$, renfermée dans 132^{cc} d'air, a donné à la lumière, après huit heures, un gaz dont la composition a été déduite des nombres suivants :

Volume primitif............................	472	soit $\frac{10}{472}$ d'acide carbonique.
Volume après traitement par la potasse.........	462	
Vol. après traitement par le pyrogallate de potasse.	364	soit $\frac{98}{472}$ d'oxygène.

» Calculant la proportion pour 100 de l'oxygène et de l'acide carbonique et ramenant à 79,39 d'azote, on trouve, pour le gaz final, la composition suivante :

$CO^2 = 2,18$, d'où Acide carbonique dégagé $= 2,18$;
$O = 21,15$, d'où Oxygène dégagé $= 21,15 - 20,61 = 0,54$.

1^{gr} de poids frais de la plante étudiée a, en une heure,

(1) Dégagé................ $18^{mmc},9$ d'acide carbonique.
Dégagé................ $4^{mmc},68$ d'oxygène.

» *Obscurité. Respiration seule.* — Une seconde raquette pesant $25^{gr},993$, placée dans $193^{cc},8$ d'air, a donné, à l'obscurité, après huit heures dix un gaz dont la com-

([1]) De Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation.* Paris, 1804.
([2]) Mayer, *Ueber die Sauerstoffauscheidung einiger Crassulaceen* (*Landwirthschaftl. Versuchs-Stationen*, t. XXI, p. 277; 1880.)

position, déduite des nombres 476, 457, 378,2, déterminés comme plus haut, est

$O = 16,53$, d'où Acide carbonique dégagé $= 4$;
$CO^2 = 4$, d'où Oxygène absorbé $= 20,61 - 16,53 = 4,08$:

$$\text{Rapport } \frac{CO^2}{O} = 0,98.$$

» 1gr de poids frais de la plante étudiée a, en une heure,

(2) { Dégagé............ 36mmc,47 d'acide carbonique
{ Absorbé........... 37mmc,2 d'oxygène

» Les nombres (2) expriment les échanges gazeux résultant de la respiration seule et les nombres (1) représentent les échanges résultant de l'assimilation et de la respiration superposées.

» L'*assimilation* d'*Opuntia tomentosa* est donnée par la comparaison des nombres (1) et (2). On en déduit, en effet,

Oxygène dégagé.............. $4,68 + 37,20 = 41,88$
Acide carbonique absorbé...... $36,47 - 18,90 = 17,57$

$$\frac{\text{Oxygène dégagé}}{CO^2 \text{ absorbé}} = \frac{41,88}{17,57} = 2,38.$$

» 2° Mamillaria elephantidens. — *Lumière*. — Une tige de 3gr,120, placée dans 26cc d'air, a donné, après huit heures dix à la lumière, un gaz renfermant :

$CO^2 = 1,45$, d'où Acide carbonique dégagé $= 1,45$;
$O = 21$, d'où Oxygène dégagé $= 21 - 20,61 = 0,39$.

1gr de poids frais, en une heure, a

(3) { Dégagé.............. 14mmc,77 d'acide carbonique
{ Dégagé.............. 4mmc,08 d'oxygène

» *Obscurité*. — Une tige de 2gr,719, placée à l'obscurité dans 19cc,6 d'air, a donné, au bout de huit heures vingt, un gaz contenant

$CO^2 = 3,78$, d'où Acide carbonique dégagé $= 3,78$;
$O = 16,33$, d'où Oxygène absorbé $= 20,61 - 16,33 = 4,28$:

$$\frac{CO^2}{O} = \frac{3,78}{4,28} = 0,88.$$

1gr de poids frais, en une heure, a

(4) { Dégagé.............. 32mmc,78 d'acide carbonique
{ Absorbé.............. 37mmc,04 d'oxygène

» L'*assimilation* de *Mamillaria elephantidens* est indiquée par le rapport

$$\frac{\text{O dégagé}}{CO^2 \text{ absorbé}} = \frac{4,08 + 37,04}{32,78 - 14,77} = \frac{41,12}{18,01} = 2,28.$$

» Les expériences classiques de Boussingault l'avaient amené à envisager, comme égal à l'unité, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique absorbé à l'oxygène dégagé par la résultante de l'assimilation et de la respiration chez

les végétaux. Cette conclusion n'est pas applicable pour les Cactées précédentes; le rapport $\frac{CO^2}{O}$ ne peut même pas être évalué, puisque la superposition des deux phénomènes produit un *dégagement simultané* des deux gaz O et CO^2. Comme, d'autre part, la respiration est exprimée par les rapports $\frac{CO^2}{O} = 0,98$ (*Opuntia*) et 0,88 (*Mamillaria*), nombres très voisins de l'unité comme pour la plupart des plantes ordinaires, c'est l'*assimilation seule* qui diffère, exprimée d'ailleurs par des nombres à peu près identiques 2,38 et 2,28.

» L'identité presque absolue des nombres obtenus dans les recherches concernant les genres *Opuntia* et *Mamillaria* permet d'envisager le phénomène du *dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique à une lumière d'intensité moyenne et à une température de* 35° comme susceptible d'une certaine généralisation chez les Cactées.

» *Interprétation du phénomène.* — La cause de ce double dégagement paraît facile à trouver. L'analyse d'un *Opuntia maxima* m'a donné $0^{gr},002$ d'acide malique par gramme. Les Cactées possèdent un parenchyme profond incolore et un tissu superficiel avec chlorophylle. Ces deux couches respirent nuit et jour, dégageant une assez forte proportion d'acide carbonique, que le tissu superficiel, seul capable d'assimiler à la lumière, peut ne pas décomposer entièrement. D'où dégagement d'acide carbonique (que l'on ne constate plus d'ailleurs quand on diminue l'activité respiratoire par un abaissement de température vers 10° ou 15°, ou quand l'intensité lumineuse est notablement accrue). L'oxygène dégagé provient peut-être de l'acide malique détruit à la lumière.

» CONCLUSION. — *Les Cactées, soumises à une température élevée* (35°) *et à une lumière de moyenne intensité, dégagent simultanément de l'oxygène et de l'acide carbonique.*

» Les Cactées perdent, à la fois, dans ces conditions, du carbone et de l'oxygène pendant le jour, du carbone seul pendant la nuit. Pour éviter leur dépérissement pendant la mauvaise saison dans nos contrées, il faut les conserver dans des serres à la température de 10° à 15°. La lumière très vive des régions voisines de l'équateur détermine la décomposition de l'acide carbonique qu'elles produisent pendant le jour, de sorte qu'elles ne perdent du carbone que pendant la nuit dans les pays chauds [1]. »

---

[1] Ces recherches ont été faites au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle de l'amphibole.* Note de M. K. DE KROUSTCHOFF, présentée par M. Fouqué.

« Presque tous les minéraux entrant dans la composition des roches terrestres ont été, dans ces derniers temps, reproduits artificiellement par divers savants et diverses méthodes : soit par voie sèche, soit par voie humide. Mais deux minéraux, l'hornblende et la tourmaline, jouant un rôle si important dans l'évolution de certaines associations minérales, se sont jusqu'à présent absolument soustraits à toutes les tentatives de reproduction artificielle. Dans le but de combler cette lacune, j'ai, depuis sept ans, entrepris toute une série d'expériences les plus diverses, mais toujours infructueuses, de sorte qu'un certain découragement m'envahissait déjà. Enfin, aujourd'hui, j'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que la synthèse de l'amphibole par voie humide m'a récemment réussi de la manière la plus satisfaisante. Le mode opératoire adopté cette fois est identique à celui que j'ai déjà décrit pour mes synthèses de quartz.

» Pour mes synthèses en vase clos, j'emploie toujours de petits ballons allongés piriformes (en verre vert, facilement fusible), ayant un col étranglé d'avance et muni d'un petit entonnoir, pour faciliter le remplissage. Un fourneau cylindrique en tôle renferme plusieurs étuis pareillement en tôle, dont chacun contient un petit ballon scellé. Dans les ballons, on introduit successivement les substances suivantes :

» I. Une solution aqueuse de silice dialysée contenant environ 3 pour 100 de silice anhydre.

» II. Une solution d'alumine aqueuse; on dissout de l'alumine hydratée dans une solution aqueuse de chlorhydrate d'alumine et l'on soumet ensuite cette liqueur à la dialyse.

» III. Solution aqueuse d'oxyde ferrique hydraté; on ajoute à une solution aqueuse de sesquichlorure de fer du carbonate d'ammoniaque, jusqu'à ce que le précipité se dissolve encore, et l'on dialyse la liqueur rouge.

» IV. Hydrate d'oxyde ferreux, préparé avec beaucoup de précaution (presque blanc).

» V. Eau de chaux.

» VI. Hydrate de magnésie fraîchement préparé, en suspension dans l'eau.

» VII. Quelques gouttes de lessive sodicopotassique.

» Ces matières deviennent, en se mélangeant, une espèce de boue gélatineuse; ensuite on fait le vide dans les ballons avec un appareil à mer-

cure de Sprengel et on les scelle au chalumeau. Plusieurs ballons ainsi préparés ont été soumis pendant trois mois, dans mon fourneau, à une température voisine de 550°C. Les parois intérieures des ballons ont été fortement attaquées, et leur contenu avait pris l'aspect d'une espèce de boue d'une couleur sale, dans laquelle on a pu aisément reconnaître à l'œil nu de petits cristaux prismatiques aplatis, très brillants, presque noirs, mesurables.

» Sous le microscope, ils présentent une couleur jaune verdâtre et une forme prismatique aplatie; fréquemment, on y peut distinguer les faces suivantes : $g^1(010)$ prédominant, $mm(110)$ souvent bien développée, quelquefois $h^1(100)$, $e^1(011)$, parfois très nettement visible.

» L'angle $(110):(1\bar{1}0)$ n'a pu être mesuré qu'approximativement, tandis que l'angle $(011):(0\bar{1}1)$ est égal à 148°28'. Le clivage mm très imparfait :

Extinction $p(001):g^1(010)$............ 17°56'

» Le signe optique est négatif; le polychroïsme n'est pas intense :

n_g..................	vert bleuâtre
n_m..................	vert jaunâtre
n_p..................	vert jaunâtre (plus pâle)

» L'absorption est $n_g = n_m > n_p$; l'indice de réfraction moyen 1,65; $n_g - n_p = 0{,}025$; dispersion $\rho > v$; $2v$ environ 82°.

» L'analyse chimique m'a donné la proportion suivante :

Densité à 15°C........................ 3,2452

		Oxygène.		
SiO^2..............	42,35	22,586		
Al^2O^3..............	8,11	3,779	5,152	
Fe^2O^3..............	7,91	2,373		
FeO..............	10,11	2,246	11,752	12,632
MgO..............	14,33	5,732		
CaO..............	13,21	3,774		
Na^2O..............	2,18	0,562	0,880	
K^2O..............	1,87	0,318		
(H^2O) Perte au feu.	0,91	Total. 41,570		
Total.....	100,98			

Oxygène de la silice.................. 22,586
» des sesquioxydes............ 6,152
» des monoxydes.............. 12,632

Rapports de l'oxygène... 22,586 : 12,632 : 6,152

$$\frac{12,632 + 6,152}{22,586}.$$

Quotient de l'oxygène (de M. Roth)..... 0,831

Relation atomique.

Si	19,763 = 0,7058			
Al	4,330 = 0,1574	0,2562		
Fe''	5,537 = 0,0988			
Fe	7,863 = 0,1404			
Mg	8,598 = 0,3582	0,7345		1,9727
Ca	9,436 = 0,2359		0,9907	
Na	1,617 = 0,0352	0,0552		
K	1,552 = 0,0200			
O	41,370 = 2,3356			

$$1,9527 : 2,3356 = \frac{1,9527}{2,3356} = 0,836.$$

» En même temps que la hornblende, j'ai constaté la formation des minéraux suivants :

» I. De petits cristaux prismatiques, vert pâle, appartiennent évidemment au système monosymétrique; on y reconnaît (110), (100), plus rarement (010) et enfin quelquefois des faces terminales domatiques. Ils s'éteignent suivant leur position, tantôt parallèlement à l'axe prismatique, tantôt sous un angle maximum de 37° à partir de cette direction; l'indice est voisin de 1,65; $n_g - n_p = 0,27$; signe optique positif; ce minéral semble être de nature pyroxénique.

» II. Des grains incolores, isotropes, arrondis ou montrant çà et là quelques facettes probablement suivant (100); ils sont de nature zéolitique.

» III. De petits cristaux limpides, parfaitement nets de quartz suivant $(10\bar{1}1)$, $(0\bar{1}11)$, $(10\bar{1}0)$, contenant quelquefois des inclusions liquides à bulles.

» IV. Minces lamelles incolores rhombiques offrant les caractères optiques de l'orthose adulaire [1].

» Cette association constitue par elle-même un fait bien remarquable, et je me propose d'en discuter ultérieurement les conséquences. »

---

(1) Absolument identiques avec les produits de M. le professeur Friedel et les miens.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Grandes anomalies magnétiques au centre de la Russie d'Europe*. Note de M. le général **Alexis de Tillo.**

« La Société Impériale russe de Géographie a fait explorer, en 1889, sous ma direction, la région comprise entre les villes de Charkov et de Koursk, au point de vue de distribution des éléments magnétiques. Pour la ville de Bjelgorod, feu J. Smirnoff avait déjà constaté une anomalie magnétique exceptionnellement grande. Les opérations détaillées sur plus de cent points ont conduit à la découverte de tout un nombre de centres très intenses, qui troublent profondément la régularité des phénomènes magnétiques. Toute la région explorée n'a que 35^{km} de longueur du Nord au Sud et 25^{km} de largeur de l'Est à l'Ouest, et pourtant, sur cette étendue, voici les éléments magnétiques dans les centres principaux :

	Déclinaison.		Inclinaison.	Intensité horizontale.	(Unité électrique) totale.
Nepchævo village........	+ 48°	Ouest	+ 81°	0,11	0,84
Visloje village..........	— 33	Est	+ 52	0,40	0,65
Kisselevo village........	— 38	Est	+ 63	0,33	0,72
Sobinino village........	+ 30	Ouest	+ 60	0,38	0,75
Petropaoloka village.....	— 20	Est	+ 76	0,19	0,80

» La plus grande distance entre les points susnommés n'est que de 12^{km}, et pourtant la déclinaison change de 86°, l'inclinaison de 29°.

» Pour donner une idée précise de la grandeur de ces perturbations, je n'ai qu'à ajouter que les valeurs normales pour la région explorée sont les suivantes : pour la déclinaison magnétique — 1° (Est), pour l'inclinaison + 64°, pour l'intensité horizontale 0, 21 et totale 0, 48 en unités électriques.

» On voit que les centres sont tantôt attractifs, tantôt répulsifs.

» Quoique j'aie dressé des Cartes détaillées des lignes isogoniques, isocliniques et isodynamiques de cette région, il me reste à déterminer les limites de la zone d'anomalie, ce qui sera exécuté cette année-ci.

» La constitution géologique du sol, autant qu'elle est connue, ne permet pas d'expliquer cette anomalie, tout à fait extraordinaire. Des études complémentaires sont absolument nécessaires pour mettre en évidence ce phénomène, dont la portée pour la science du Magnétisme terrestre est considérable. »

GÉOGRAPHIE. — *Dépression constatée au centre du continent asiatique.* Note de M. le général **Alexis de Tillo.**

« Un fait d'une portée exceptionnelle vient d'être constaté par les frères Groum-Grzimailo, pendant leur récent voyage au Tibet, exécuté en 1889 et 1890. Aux pieds du Tian-Shan, dans le Tourfan, à un endroit nommé Loukshine-Kyr, la pression barométrique (en prenant en considération la correction de l'instrument) a été, le 13/27 octobre 1889, $771^{mm},7$, la température de l'air étant — 2° Celsius. En admettant que, pour ce jour, la pression barométrique au lieu indiqué fût, au niveau de la mer, égale à $767^{mm},0$, conformément aux Cartes isobariques de l'Asie publiées par moi, j'ai calculé que Loukshine-Kyr se trouve à 50^{m} au-dessous du niveau de l'Océan, avec une erreur probable de $\pm 25^{m}$.

» En combinant de différentes manières les observations effectuées à la même date à Barnaoul, Irkoutsk, Vernoje, Pékin, etc., je suis arrivé à des résultats qui confirment que, au sud de la ville de Tourfan, *au centre même du continent de l'Asie, se trouve une dépression de* 50^{m} au-dessous du niveau de l'Océan. »

M. **Pellerin** adresse une Note sur la réduction de la résine commune par l'hydrogène naissant.

M. **A.-B. Mac Donall** adresse un relevé des quantités de pluie tombées à Paris pendant sept années consécutives, de 1870 à 1876.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mars 1891.

Traité de Thérapeutique et de Pharmacologie; par Henri Soulier; Tome I. Paris, F. Savy, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Charcot et envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité clinique et pratique des maladies des enfants; par E. BARTHEZ et A. SANNÉ. Tome III. Paris, Félix Alcan, 1891; 1 vol. gr. in 8°. (Présenté par M. Charcot et envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur la grippe dans la 15e *région de corps d'armée; par* le Dr P.-A. CASSEDEBAT. Marseille, Barlatier et Barthelet, 1891; br. in-8°. (Envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Bactéries et ptomaïnes des viandes de conserve, par M. CASSEDEBAT. Paris, G. Masson, 1890; in-8°. (Envoyé au concours Bellion.)

Étude sur le bacille typhique et les bacilles pseudo-typhiques; par M. le Dr CASSEDEBAT; 3 br. in-8°. (Envoyé au concours Montagne.)

Affections congénitales; par le Professeur LANNELONGUE et le Dr V. MÉNARD. — I. *Tête et cou.* Paris, Asselin et Houzeau, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Hystéropexie abdominale antérieure et opérations sus-pubiennes dans les rétrodéviations de l'utérus; par MARCEL BAUDOIN. Paris, Lecrosnier et Babé, 1890; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours du prix Godard.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Classes* 1 *et* 2. *Peinture à l'huile. — Peintures diverses et dessins. — Rapport du jury international; par* M. GEORGES LAFENESTRE. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXC; 1 vol. gr. in-8°.

Mémorial des fêtes d'Alais, octobre 1889. *Érection de la statue de Jean-Baptiste Dumas. — Inauguration du lycée. — Inauguration du buste du Mis de la Fare-Alais.* Alais, J. Martin, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de l'Institut des actuaires français. Paris, L. Warnier, 1891; br. in-8°.

Considérations sur le polymorphisme de quelques espèces du genre Bupleurum; *par* le Dr SAINT-LAGER. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; br. in-8°.

Note sur la machine à vapeur; par M. AUG. NORMAND. (Extrait des *Mémoires de la Société des ingénieurs civils.*) Paris, 1891; br. in-8°.

Revue bourguignonne de l'enseignement supérieur, publiée par les professeurs des Facultés et de l'École de Médecine et de Pharmacie de Dijon; Tome I, n° I. Dijon, Lamarche et Damidot, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Cours de Physique mathématique. — Électricité et Optique. II. *Les théories de Helmholtz et les expériences de Hertz. Leçons professées pendant le second semestre* 1889-90 *par* H. POINCARÉ; *rédigées par* BERNARD BRUNHES. Paris, Georges Carré, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino; serie seconda, Tomo XL. Torino, Carlo Clausen, MDCCCXC; 1 vol. gr. in-4°.

The history of volcanic action during the tertiary period in the british isles; by ARCHIBALD GEIKIE. Edinburgh, published by Robert Grant and son, 1888; in-4°.

On carboniferous volcanic rocks of the basin of the firth of Forth; by ARCHIBALD GEIKIE. Edinburg, MDCCCLXXIX; br. in-4°.

Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Litteratur; von Dr. RUDOLF WOLF. In zwei Bänders, zweiter Halbband. Zurich, Druck und Verlag von F. Schulthess, 1891; in-8°

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 MARS 1891.

Traité élémentaire d'Électricité; par J. JOUBERT; deuxième édition. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Traité de l'acide phénique appliqué à la médecine; par le Dr DÉCLAT. Paris, Lemerre, 1874; 1 vol. in-18.

Manuel de médecine antiseptique. — Applications de l'acide phénique et de ses composés; par le Dr DÉCLAT. Paris, O. Doin, 1890; 1 vol. in-18.

Mollusques recueillis au Congo, par M. E. Dupont, entre l'embouchure du fleuve et le confluent du Kassai; par PH. DAUTZENBERG. Bruxelles, F. Hayez, 1890; br. in-8°.

Le cardinal Haynald, archevêque de Kalocsa, considéré comme botaniste; par AUGUSTE DANITZ. Traduit par ÉDOUARD MARTENS. Gand, A. Siffer, 1890; br. in-8°.

Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard; XXIe volume, 1er fascicule, 1890. Montbéliard, Victor Barbier; br. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; volume I de la 7e série, 1890, deuxième semestre. Nantes, L. Mellinet et Cie; in-8°.

Di un codice archetipo sconosciuto dell' Opera di Giorgio Pachimere (De quatuor mathematicis). Nota del Socio ENRICO NARDUCCI. (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei.*) Roma, 1891; br. in-4°.

Giornale di Scienze naturali ed economiche, pubblicato per cura della Societa di Scienze naturali ed economiche di Palermo; vol. XX (anno 1890). Palermo, Michele Amenta, 1890; 1 vol. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 MARS 1891.

Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel, sixième fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; in-4°. (Présenté par M. Mouchez.)

Mélanges scientifiques et littéraires; par LOUIS PASSY. 2e série. Paris, Guillaumin et G. Masson, 1891; in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Transactions of the canadian Institute, n° 1, october 1890; vol. I, Part I. Toronto, the Copp, Clark Company, 1890; gr. in-8°.

Proceedings of the canadian Institute. Toronto, april 1890; br. in-8°.

Annual report of the canadian Institute, session 1888-89. Toronto, Warwick et Sons, 1889; br. gr. in-8°.

Annalen der Schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt 1888. (*Der Schweizerischen meteorologischen Beobachtungen*). Fünfundzwanzigster Jahrgang. Zürich, Druck von Zürcher und Furrer; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 22 décembre 1890.)

Note de MM. *A. Delebecque* et *L. Legay*, Sur les sondages du lac d'Annecy :

Page 1000, ligne 3 en remontant, après *alpins*, aller à la ligne, et *au lieu de* seuls, *lisez* principaux.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AVRIL 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'equations aux dérivées partielles.* Note de M. ÉMILE PICARD.

« Dans diverses Communications à l'Académie, je me suis déjà occupé de la théorie des équations aux dérivées partielles ([1]). J'ai établi récem-

---

([1]) Ma première Communication sur les équations linéaires générales aux dérivées partielles remonte au 10 décembre 1888 (t. CVII des *Comptes rendus*); j'ai établi dans cette Note que, pour une équation du type elliptique, une intégrale continue est déterminée par ses valeurs le long d'un contour fermé, pourvu qu'il soit suffisamment petit, et montré de plus comment on peut trouver cette intégrale. Dans les *Rendiconti della R. Accad. dei Lincei* (1889), M. Bianchi a démontré de son côté, par une autre méthode que la mienne, qu'il ne pouvait y avoir deux intégrales continues prenant les mêmes valeurs le long d'un contour suffisamment petit.

ment (*Journal de l'École Polytechnique*, 1890) une proposition relative aux équations linéaires

$$A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + D\frac{\partial u}{\partial x} + E\frac{\partial u}{\partial y} + Fu = 0,$$

où les coefficients sont supposés des fonctions analytiques des deux variables réelles x et y. Dans la région du plan où

$$B^2 - AC < 0,$$

toute intégrale de cette équation, continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres, est une fonction analytique des variables. Ce théorème fondamental permet d'espérer que, dans des cas étendus, les équations aux dérivées partielles pourront servir à l'étude des classes parfaitement définies de fonctions. La nature analytique des solutions étant ainsi précisée, on a pour cette étude une base que ne donnait pas l'idée vague de solution de l'équation aux dérivées partielles. Je voudrais simplement indiquer aujourd'hui un système particulier où ces vues générales trouveront leur application.

» 1. Prenons les deux équations en u et v

$$\frac{\partial v}{\partial x} = a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y},$$
$$\frac{\partial v}{\partial y} = c\frac{\partial u}{\partial x} + d\frac{\partial u}{\partial y},$$

où a, b, c, d sont des fonctions analytiques de x et y. Si l'on considère une région du plan où ces coefficients sont continus et où

$$(a-d)^2 + 4bc < 0,$$

u (ou v) sera déterminée par les valeurs qu'elle prend sur un contour fermé, en supposant, bien entendu, qu'elle reste continue à l'intérieur. Nous pouvons donc dire que, pour ces équations, qui comprennent visiblement les équations classiques dans la théorie des fonctions d'une variable complexe, le principe de Dirichlet subsiste. Il en est de même du théorème de Cauchy relatif au nombre des racines contenues dans un contour : je veux dire qu'on peut exprimer par une intégrale définie le nombre des racines communes aux deux équations

$$u(x, y) = u_0,$$
$$v(x, y) = v_0$$

contenues dans un contour fermé. La raison en est que le déterminant fonctionnel

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial u}{\partial y} \\ \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial y} \end{vmatrix}$$

garde un signe invariable, ce qui est la véritable origine du théorème de Cauchy.

2. Nous considérons toujours l'ensemble des deux fonctions u et v, que nous pouvons appeler la fonction (u, v). De même que, dans la théorie des fonctions uniformes d'une variable complexe, on a étudié comme première singularité les pôles, il importe de définir les points singuliers (x_0, y_0) qui doivent jouer un rôle analogue au pôle dans l'étude d'une fonction uniforme (u, v). Bornons-nous au pôle simple : dans le voisinage d'un tel point que j'appellerai encore un pôle, u et v seront de la forme

$$\frac{P(x, y)}{R(x, y)} + Q(x, y) \log R(x, y);$$

P, Q, R sont trois fonctions analytiques de x et y dans le voisinage de (x_0, y_0). Écrivant les termes de moindre degré dans le développement de P et de R, on a

$$\begin{aligned} P(x,y) &= \alpha(x - x_0) + \beta(y - y_0) + \ldots, \\ R(x, y) &= A(x - x_0)^2 + 2B(x - x_0)(y - y_0) + C(y - y_0)^2 + \ldots, \\ &\qquad (B^2 - AC < 0). \end{aligned}$$

L'ensemble (α, β) joue un rôle analogue au résidu dans la théorie des fonctions d'une variable complexe.

3. Si l'on veut étudier les fonctions à l'infini, il faut évidemment considérer des systèmes jouissant de quelques propriétés spéciales quand x et y augmentent indéfiniment. Nous supposerons que a, b, c, d restent finies quels que soient x et y, et tendent vers des valeurs déterminées quand le point (x, y) s'éloigne indéfiniment ; de plus, l'inégalité

$$(a - d)^2 + 4bc < 0$$

est vérifiée pour toute valeur de x et y.

» On emploiera alors une certaine transformation quadratique

$$x = \frac{mx' + ny'}{Gx'^2 + 2Hx'y' + Ky'^2}, \quad y = \frac{px' + qy'}{Gx'^2 + 2Hx'y' + Ky'^2} \quad (H^2 - GK < 0)$$

pour ramener à l'origine le point à l'infini, et nous supposons que, dans le système transformé, les nouveaux coefficients sont des fonctions analytiques de x' et y' dans le voisinage de $x' = 0$, $y' = 0$. Tel sera, pour donner un exemple très simple, le système

$$\frac{\partial v}{\partial x} = -\left(1 + \frac{1}{x^2 + y^2 + 1}\right)\frac{\partial u}{\partial y},$$
$$\frac{\partial v}{\partial y} = +\left(1 + \frac{1}{x^2 + y^2 + 1}\right)\frac{\partial u}{\partial x}.$$

Dans ces conditions, on peut étudier la nature des intégrales pour le point à l'infini.

» Une classe intéressante de fonctions (u, v) est formée des fonctions uniformes qui n'ont dans tout le plan que des pôles, même à l'infini. Ce sont les analogues des fonctions rationnelles. Je considère deux de ces fonctions *pseudo-rationnelles* (u, v) et (u_1, v_1); à une valeur de la fonction (u, v) correspondra un nombre limité de valeurs de la fonction (u_1, v_1) et inversement. On n'en peut pas conclure, bien évidemment, qu'il existe entre elles une relation algébrique.

» Je développerai ailleurs la théorie dont je viens d'indiquer le point de départ. J'ai seulement voulu montrer ici comment certaines équations aux dérivées partielles peuvent servir à définir des fonctions jouissant de propriétés analytiques déterminées. »

HISTOLOGIE. — *Transformation in vitro des cellules lymphatiques en clasmatocytes;* par **M. L. Ranvier**.

« Les cellules lymphatiques du sang, sorties des vaisseaux par le mécanisme de la diapédèse, voyagent dans les tissus, comme cela a été découvert et établi par von Recklinghausen il y a plus de vingt ans. Les cellules migratrices ont été distinguées, par cet auteur, des cellules proprement dites du tissu conjonctif, qui dès lors ont été appelées *cellules fixes*.

» J'ai montré, dans une Communication antérieure, qu'après avoir cheminé dans les mailles du tissu conjonctif, les cellules migratrices pouvaient

perdre leur activité amiboïde, se fixer, devenir immobiles et acquérir de nouvelles propriétés. Ce sont les cellules migratrices ainsi modifiées que j'ai désignées sous le nom de *clasmatocytes*, pour les distinguer des cellules conjonctives avec lesquelles on les avait confondues. Elles en diffèrent cependant par leur origine, leur forme, leurs rapports et leur rôle physiologique et pathologique.

» L'observation sur laquelle je m'étais appuyé pour admettre l'origine lymphatique des clasmatocytes avait porté sur la comparaison des formes intermédiaires; mais je n'avais pas assisté à la transformation des cellules lymphatiques en clasmatocytes.

» Après de nombreuses recherches, je suis arrivé à être témoin de cette transformation et même à la produire en vase clos dans la lymphe péritonéale extraite du corps. Voici l'expérience :

» On dépose, au milieu d'une cellule de verre, une goutte de lymphe péritonéale de la grenouille (*R. esculenta* ou *temporaria*), recueillie au moyen d'une pipette stérilisée par le flambage. Cette goutte ne doit pas remplir entièrement la cavité de la cellule de verre, et, lorsque la lamelle à recouvrir est ajoutée, il faut qu'il reste une couronne d'air autour de la lymphe. On borde à la paraffine, puis on examine la préparation au microscope. On y reconnaît, ainsi que je l'ai dit dans une Note antérieure, des globules rouges du sang, des cellules incolores, sphériques et immobiles, et des cellules lymphatiques amiboïdes. Ces dernières, si l'examen est fait à la température de 15° C., ont des mouvements très vifs. Elles présentent les diverses transformations que j'ai décrites ailleurs (*Tr. tech. d'hist.*). Les plus nombreuses, en vertu de leur densité supérieure à celle du sérum, gagnent le fond de la cellule, s'attachent à la surface de la lame de verre, s'y étalent et deviennent si minces qu'elles disparaissent pour l'observateur qui ne les a pas suivies dans leur transformation. A cet état, elles sont très actives. J'en ai vu se multiplier deux fois dans l'espace d'une heure, par le mécanisme de la division directe; six cellules lymphatiques groupées dans le champ du microscope, après s'être divisées, ont fourni, au bout de quarante-cinq minutes, un ensemble de onze cellules. Mais toujours dans ces conditions, c'est-à-dire à 15°, les cellules lymphatiques ont présenté des mouvements amiboïdes.

» Si l'on veut les voir s'immobiliser en revêtant les formes complexes qui caractérisent les clasmatocytes, il faut élever un peu la température et la porter à 25° C. Après avoir mis la lymphe dans la cellule de verre et

l'y avoir enfermée, comme il a été dit plus haut, on la place sur une plaque métallique, maintenue à 25°, et on l'y laisse pendant une heure.

» Au bout de ce temps, on trouve toujours dans la préparation quelques cellules lymphatiques qui, après avoir émis des prolongements arborisés d'une longueur et d'une complexité plus ou moins grandes, sont devenues immobiles, figées, pour ainsi dire, dans leur nouvelle forme. Tout à côté, se montrent des cellules lymphatiques qui sont encore en pleine activité amiboïde. Enfin, il s'en trouve d'autres qui sont munies de longs prolongements arborisés et qui présentent encore des mouvements partiels, d'une grande lenteur, et des modifications de forme peu marquées que l'on ne saurait reconnaître sans le secours du dessin. Ces modifications consistent surtout dans l'apparition ou le retrait de petites excroissances ou dans le déplacement de granulations intraprotoplasmiques.

» Pour observer les détails de structure des clasmatocytes résultant de la transformation *in vitro* des cellules lymphatiques, j'ai fait usage de deux procédés différents. Le premier consiste à fixer les éléments à l'aide de l'acide osmique et à les colorer ensuite par le violet 5B ou le violet hexaéthylé. Dans le second, on fixe par l'acide picrique et on colore ensuite successivement par l'hématoxyline et l'éosine.

» C'est seulement dans les préparations où les cellules sont fixées et colorées que l'on peut bien apprécier les formes variées, compliquées, souvent étranges des clasmatocytes produits artificiellement. Il est à noter que les prolongements de ces éléments, pas plus que ceux des clasmatocytes normaux du tissu conjonctif, quelle que soit leur complexité, ne s'anastomosent jamais entre eux. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Essai de vaccination par des doses minimes de matière vaccinante;* par M. **Ch. Bouchard.**

« J'ai démontré dans une Note à l'Académie (¹) et dans mes Leçons (²) que, comme les matières bactériennes toxiques, les matières vaccinantes sécrétées par les microbes dans le corps de l'individu malade s'éliminent par les urines. Avec les urines stérilisées de lapins atteints de la maladie

(¹) *Comptes rendus*, 4 juin 1888.
(²) *Thérapeutique des maladies infectieuses*, p. 140 à 146. Paris, 1889.

pyocyanique, j'avais pu vacciner d'autres lapins en injectant des quantités qui ont oscillé entre 145^{cc} et 10^{cc}. A 145^{cc} se produisaient des accidents toxiques, bien que cette quantité fût introduite par doses fragmentées. A 80^{cc} je n'ai pas constaté de symptômes d'intoxication. A 10^{cc}, avec une dose huit fois plus faible que celle qui n'était pas toxique, j'obtenais encore l'immunité, ce qui m'a donné à penser que l'immunité n'était pas due aux matières toxiques.

» J'ai cherché à isoler ou plutôt à séparer la matière vaccinante d'un certain nombre des autres substances avec lesquelles elle se trouve mélangée dans les urines des animaux infectés, et j'ai utilisé ces nouvelles expériences pour déterminer la dose la plus faible, qui est encore vaccinante.

» *Expérience I.* — Des lapins, inoculés par voie intra-veineuse avec la culture virulente du bacille pyocyanique et qui sont tous morts du fait de cette inoculation, ont excrété ensemble 940^{cc} d'urine.

» Ces urines, évaporées dans le vide à 35°, sont ramenées à 180^{cc}. On ajoute au liquide ainsi concentré un litre d'alcool absolu. Il se forme un abondant précipité qu'on lave à l'alcool à 80°. On le redissout dans l'eau; on précipite une seconde fois par quatre fois le volume d'alcool absolu et, après un nouveau lavage par l'alcool à 80°, on redissout dans l'eau saturée de naphtol-β. On obtient 22^{cc} de solution. Avec cette liqueur on prépare des dilutions aqueuses à 4 pour 100, à 2 pour 100 et à 1 pour 100.

Le 2 mars 1891, on injecte à un lapin du poids de 1870^{gr}, 9^{cc},35 de la dilution à 4 pour 100, ce qui représente, par kilogramme d'animal, les matières précipitables par l'alcool de 8^{cc},89 d'urine.

Le même jour, on injecte à un second lapin, du poids de 2050^{gr}, 10^{cc} de la dilution à 2 pour 100, ce qui représente, par kilogramme d'animal, les matières précipitables par l'alcool de 4^{cc},28 d'urine.

» Le même jour enfin, on injecte à un troisième lapin, du poids de 2470^{gr}, 12^{cc},35 de la dilution à 1 pour 100, ce qui représente par kilogramme, d'animal, les matières précipitables par l'alcool de 2^{cc},14 d'urine.

» Le 21 mars, dix-neuf jours après les injections, on inocule par voie intra-veineuse, à chacun de ces trois lapins et à deux témoins deux tiers de centimètre cube de culture pyocyanique virulente.

» Le 23 mars, les deux témoins sont morts.

» Le 24, le premier lapin succombe.

» Le 28, le troisième meurt.

» Le 31, le deuxième meurt.

» La mort a été retardée de un à huit jours. Il y a donc eu immunité relative conférée par l'injection des matières précipitables par l'alcool de 2^{cc},14 à 8^{cc},89 d'urine. Mais je n'ai pas, avec ces très faibles doses, obtenu l'immunité absolue.

» Cette expérience prouve encore que les matières vaccinantes appartiennent au groupe des substances que l'alcool précipite.

» Ces résultats m'ont engagé à rechercher quelle serait la dose la plus faible de culture pyocyanique qui se montrerait encore vaccinante.

» *Expérience II.* — Un lapin, du poids de 1920gr, reçoit tous les jours, sous la peau, du 11 février 1891 au 20 février inclusivement, 4cc d'une culture pyocyanique stérilisée par la chaleur et diluée dans de l'eau également stérilisée; la dilution est au $\frac{1}{200}$; elle est faite à raison de 1cc de culture pour 199cc d'eau.

» Le 23 février 1891, on inocule deux tiers de centimètre cube de culture pyocyanique virulente dans les veines de l'oreille du lapin ainsi injecté et dans celles de deux lapins témoins.

» Les deux témoins meurent le 24 février. Le lapin qui a reçu la culture diluée succombe le 15 mars 1891.

» Cette immunité très nette, puisque le vacciné a survécu vingt jours, tandis que les témoins sont morts en vingt-quatre heures, a été obtenue par l'injection totale de 0cc,104 de culture stérilisée par kilogramme d'animal.

» *Expérience III.* — Un lapin, du poids de 1770gr, reçoit tous les jours, sous la peau, du 11 février 1891 au 20 février inclusivement, 1cc de la dilution à $\frac{1}{200}$ de culture pyocyanique stérilisée par la chaleur. C'est la dilution qui a servi à l'expérience précédente.

» Le 23 février 1891, on inocule deux tiers de centimètre cube de culture pyocyanique virulente dans les veines de l'oreille du lapin ainsi injecté et dans celles de deux lapins témoins. Ce sont les témoins de l'expérience II.

» Les deux témoins meurent le 24 février.

» Le 23 mars, le lapin qui a reçu la culture diluée est vivant; il a maigri, il pèse 1595gr. Il est bien portant le 6 avril.

» Les témoins étant morts en vingt-quatre heures, le vacciné, bien que devenu malade, est vivant et bien portant, après quarante-deux jours. Ce résultat a été obtenu par l'injection totale de 0cc,028 de culture stérilisée par kilogramme d'animal.

» *Expérience IV.* — Un lapin, du poids de 1850gr, reçoit tous les jours, sous la peau, du 28 février au 6 mars 1891, deux tiers de centimètre cube d'une dilution au $\frac{1}{200}$ d'une culture pyocyanique faite comme celle qui a servi aux précédentes expériences. Le 7 mars, le lapin reçoit 1cc de la même dilution.

» Le 12 mars, on inocule un demi-centimètre cube de culture pyocyanique virulente dans les veines du lapin ainsi injecté et dans celles de deux témoins.

» Un des témoins succombe le 13 mars, le second le 15 mars.

» Le 23 mars 1891, le lapin qui a reçu la culture diluée est vivant. Il vit encore.

» Les témoins étant morts en un temps qui a varié de vingt-quatre à

soixante-douze heures, le vacciné ne paraît pas malade au bout de vingt-cinq jours. Ce résultat a été obtenu par l'injection totale de $0^{cc},015$ de culture stérilisée par kilogramme d'animal.

» *Expérience IV.* — On prépare avec une culture pyocyanique stérilisée des dilutions au $\frac{1}{100}$, au $\frac{1}{200}$, au $\frac{1}{500}$, au $\frac{1}{1000}$, au $\frac{1}{2000}$, au $\frac{1}{10000}$.

» De chacune de ces six dilutions, on injecte 10^{cc} par kilogramme à six lapins, de telle sorte que ces animaux ont reçu, par kilogramme, dans une même quantité d'eau, les quantités suivantes de la culture stérilisée :

		cc
Lapin	A	0,001
»	B	0,005
»	C	0,01
»	D	0,02
»	E	0,05
»	F	0,1

» Ces injections ont été faites le 16 mars 1891. Le 21 mars, on inocule ces six lapins ainsi que deux témoins; on injecte à chacun dans les veines $0^{cc},75$ d'une culture virulente de bacille pyocyanique.

» Le 23 mars, on constate que les témoins sont morts, ainsi que le lapin D.

» Le lapin B est trouvé mort le 24 mars.

» Le lapin C est trouvé mort le 25 mars

» Le lapin F meurt le 28 mars.

» Le lapin A meurt le 1[er] avril.

» Le lapin E vit encore le 6 avril.

» Il y a eu immunité absolue chez un des vaccinés, immunité relative chez quatre, absence totale d'immunité chez un.

» J'ai voulu savoir si le milieu nutritif artificiel préparé avec l'asparagine et quelques sels minéraux, dont font usage MM. Arnaud et Charrin, donnerait des cultures contenant comme les autres les matières vaccinantes.

» *Expérience VI.* — Un lapin, du poids de 1540^{gr}, reçoit sous la peau, du 20 au 27 mars 1891 inclusivement, 1^{cc} chaque jour d'une dilution à 1 pour 200 de culture pyocyanique faite dans une solution d'asparagine à 5 pour 1000. La dilution a été stérilisée par la chaleur.

» Le 2 avril on inocule par voie intraveineuse, à ce lapin et à un témoin, $\frac{2}{3}$ de centimètre cube de culture pyocyanique virulente.

» Le 3 avril, le témoin est mort.

» Le 6 avril, le lapin qui a reçu la culture diluée et stérilisée paraît bien portant.

» Dans cette expérience, une immunité, dont on ne peut pas encore apprécier le degré, a été obtenue par l'injection totale de $0^{cc},026$ de culture stérilisée par kilogramme d'animal.

» Si l'on considère que $0^{cc},001$ de culture n'est pas inactif et que les cultures dans la solution d'asparagine ne renferment pas plus de 5 pour 1000 de matières bactériennes, dont les $\frac{7}{8}$ sont de l'ammoniaque qui n'est pas vaccinante, on devra conclure que les matières dites vaccinantes peuvent agir efficacement à des doses qui ne sont qu'une minime fraction de milligramme. »

COSMOLOGIE. — *Interprétation du globe de feu peint par Raphaël dans son Tableau de la « Madone de Foligno »*; par M. **Daubrée**.

« La *Madone de Foligno* se distingue par une particularité unique.

» Commandé à Raphaël par Sigismond de Conti, comte de Foligno, secrétaire particulier du pape Jules II, ce tableau, aujourd'hui dans la galerie du Vatican, fut probablement destiné à un ex-voto. Il paraît avoir été exécuté vers 1512 ([1]).

» Dans le ciel, au-dessous des pieds de la Vierge, figure un globe de feu, ayant sans doute, comme l'arc-en-ciel dont il est voisin, une signification allégorique.

» Les uns ont vu dans ce corps enflammé le souvenir d'une bombe qui serait tombée auprès du comte Sigismond, pendant le siège de Foligno, sa ville natale ([2]). D'autres y ont trouvé une allusion au danger qu'aurait fait courir au même personnage la chute de la foudre sur sa maison de campagne ([3]).

» Une troisième interprétation, d'une nature toute différente, vient d'être proposée par M. Holden, directeur de l'Observatoire de Lick, aux États-Unis, et appuyée par M. Newton, professeur à New-Haven en Connecticut ([4]). Elle est fondée sur le rapprochement entre l'époque de l'exécution du tableau et la date d'une chute ou pluie de pierres météoritiques qui eut lieu le 4 septembre 1511, à quelques lieues au sud-est de Milan, à Crema, sur les bords de l'Adda. Ce phénomène frappa fortement l'attention de tous, comme en témoigne une chronique conservée à Milan, dans la bibliothèque ambrosienne.

([1]) Passavant, *Raphaël*, t. II, p. 110. — Le comte Sigismond mourut le 23 février 1512.

([2]) Eug. Müntz, *Raphaël*, p. 396.

([3]) Vasari, seconde édition, t. IV, p. 342.

([4]) *American Journal of Sciences*, t. XLI, mars 1891.

» Cette dernière supposition me paraît être incomparablement mieux motivée que les autres.

» Le globe de feu, à raison de sa petitesse et de sa signification hypothétique, ne figure pas sur la plupart des gravures qui représentent cette belle œuvre. Mais heureusement nous en possédons à Paris, à l'École des Beaux-Arts, une excellente copie à l'huile, exécutée à la dimension de l'original. Afin de chercher à comprendre quelle a pu être l'intention de Raphaël, je l'ai examinée de la manière la plus attentive, avec l'obligeant concours de M. Schommer, l'artiste distingué qui en est l'auteur.

» La forme du corps lumineux rappelle celle d'une goutte de matière enflammée tombant vers le sol et laissant derrière elle une traînée également lumineuse. Il importe d'ajouter qu'aucune fumée ne se montre parmi les nuages, au voisinage de la masse incandescente.

» On voit avant tout qu'il n'y a ici rien de commun avec un coup de foudre, que l'on représente d'ordinaire sous la forme d'une ligne de feu en zigzag.

» Une bombe, au moment où elle éclate et moins encore dans son trajet, ne présente non plus aucune analogie avec ce corps, entièrement lumineux, sans qu'on y distingue quoi que ce soit ressemblant à du fer, en boule ou en fragments (1).

» D'ailleurs, par sa nature entièrement lumineuse et par sa position, qui se rapproche de la verticale, rien qui puisse rappeler un boulet.

» Au contraire, la ressemblance est manifeste avec un bolide qui parcourt sa trajectoire. L'imitation est même si parfaite qu'on peut s'étonner d'une représentation comparable, pour l'exactitude, avec celle donnée par des savants qui se sont fait une spécialité du sujet (2).

---

(1) Les bombes, c'est-à-dire des globes creux remplis de poudre qu'on lance avec un mortier et qui éclatent ensuite, au moyen d'une fusée, étaient déjà inventées à l'époque dont il s'agit, mais encore peu employées. Elles ne paraissent en France qu'en 1521, au siège de Mézières par Charles-Quint.

(2) *Voir* notamment les figures données par Haidinger : *Der Meteorsteinfall am* 9 *juni* 1866 *bei Knyahinya* (*Sitzungsberichte der K. Acad. der Wissenschaften Wien*, 1866, p. 1, planche III.)

Quant aux substances incendiaires qu'on lançait avec des bombardes, dès le XVe siècle, elles étaient destinées à mettre le feu à des constructions et n'étaient pas une cause de danger pour les personnes. C'est bien plus tard qu'on a associé ces corps incendiaires à des projectiles (balles à feu).

» L'auteur de la chronique dite *Istoria di Milano* (1), qui s'était fait un devoir d'enregistrer journellement tous les faits dignes d'intérêt et mérite toute confiance, dit : « Le 4 septembre, à 2 heures de la nuit, il apparut » (1511) à Milan et dans toute la région, dans l'atmosphère, à la surprise » et à la terreur de tous, une grosse tête (*una gran testa*) d'une telle » splendeur, qu'elle parut rallumer le jour ». A la suite de ce phénomène, on recueillit près de Crema beaucoup de pierres; le nombre en fut évalué à environ 1200. L'une pesait 120 livres, une autre 60 et les autres moins. Elles tombèrent avec sifflement, comme d'un tourbillon enflammé. Des oiseaux furent tués en l'air et des brebis dans les champs (2). L'une des météorites fut apportée à Milan et une autre à la cour de France (3). Quoique nous possédions des échantillons de plus anciennes, notamment de celle d'Ensisheim, de 1492, nous devons regretter que ces dernières aient disparu.

» D'un autre côté, on sait qu'à cette époque des guerres acharnées et sanglantes désolaient le nord de l'Italie.

» Pendant l'été de 1511, les Français avec leurs alliés, qui luttaient avec le pape Jules II, étaient en possession de Gênes, de Ferrare, de Milan et d'une partie de la Lombardie, c'est-à-dire d'une région où le bolide apparut avec tout son éclat; Crema, lieu où tomba l'averse de météorites que ce bolide apportait, était aussi entre leurs mains. Mais, à la suite de la bataille meurtrière de Ravenne, qui eut lieu le 11 avril 1512, et malgré leur victoire qui coûta la vie à Gaston de Foix, duc de Nemours, ils ne tardèrent pas à être expulsés de l'Italie.

» Or, comme, dans les siècles les plus reculés, les phénomènes astronomiques et météorologiques étaient, au moyen âge et même plus tard encore, considérés comme des présages, comme tels, ils devaient provoquer des interprétations relativement aux événements contemporains. Il en

---

(1) Commencée par le cordonnier Giovanni Andrea del Prato, homme distingué et en rapport avec beaucoup de personnes notables, elle fut continuée, de 1499 à 1519, par Bernardino Corto.

Le récit de la chute de météorites dont il s'agit a été, depuis lors, reproduit maintes fois, entre autres par Carlo Amoretti, le Père Bonaventure et par Chladni, dans son mémorable ouvrage *Ueber Feuer-Meteore*, Vienne, 1819.

(2) Bigot de Morogues, *Mémoire sur les chutes de pierres tombées à la surface de la terre*, 1812.

(3) Mercati, *Metallotheca Vaticana*.

était tout particulièrement ainsi de l'apparition des bolides et de la chute des météorites. L'antiquité nous en fournit bien des exemples. Dans plusieurs lieux, des météorites, dont l'arrivée sur notre globe avait été sûrement constatée, avaient un temple et recevaient un culte. Une autre preuve manifeste et nouvellement signalée nous montre combien l'arrivée de ces corps extra-terrestres frappait profondément les esprits. En effet, un grand nombre de médailles romaines appartenant à divers règnes : à ceux d'Auguste, de Caracalla, de Trajan, de Vespasien, d'Héliogabale et d'autres, représentent le corps céleste; souvent c'est une pierre de forme conique avec une étoile (bolide) au-dessus; quelquefois cette pierre conique, sur laquelle est figuré un aigle, repose sur un quadrige.

» A l'époque qui nous occupe, l'un des principaux acteurs dans les guerres d'Italie, l'empereur Maximilien, avait lui-même donné une preuve de sa superstition à l'égard d'une chute de météorites dont il fut témoin oculaire dix-huit ans auparavant.

» Le 7 septembre 1492, étant encore roi des Romains, et se trouvant en Alsace, à Ensisheim, il y vit tomber une météorite, qu'il donna à son armée comme un présage de la victoire qu'il allait remporter ([1]). Après avoir fait transporter dans l'église du village, comme un objet miraculeux, la pierre qui était tombée du ciel avec tant de fracas, Maximilien défendit d'en enlever aucun morceau, sauf deux, dont il garda l'un et envoya l'autre au duc Sigismond d'Autriche.

» On ne saurait donc s'étonner qu'un phénomène aussi extraordinaire, qui eut lieu à proximité ([2]) du théâtre de luttes aussi prolongées et où venaient de se répandre des flots de sang, ait été considéré par chacune des parties en présence comme le signe d'une intervention divine. Il n'est pas surprenant non plus que Raphaël, domicilié depuis plusieurs années à Rome, auprès du pape-guerrier Jules II, l'un des deux principaux belligérants, ait fait allusion à une telle croyance, au moment d'ailleurs où apparaissait comme prochaine une solution, objet sans doute de bien vifs désirs.

» Ainsi, en dehors de l'importance que les météorites ont acquise au point de vue de la constitution des corps célestes et de celle de notre propre globe, l'intérêt de ces corps se manifeste dans l'art, après avoir été signalé dans l'histoire et la numismatique. »

([1]) Bigot de Morogues, Ouvrage précité, p. 56.

([2]) Crema est à moins de 70^{km} de Foligno et plus rapproché encore de Milan.

M. **Mascart**, en présentant à l'Académie les tomes II et III des « Annales du Bureau central météorologique » pour 1889, s'exprime comme il suit :

« Le premier volume (t. II) renferme le détail des observations météorologiques faites en France dans 17 stations de premier ou de second ordre, dans 10 stations en Algérie et 14 dans les colonies ou les postes consulaires à l'étranger. On y a ajouté les résumés mensuels et annuels relatifs à 110 stations en France et 39 en Algérie.

» Je signalerai en particulier, comme renseignements nouveaux, la publication des observations au sommet de la tour Eiffel et celle des documents que nous devons au P. Colin sur les stations de Tananarive et Tamatave à Madagascar.

» Le tome III (Pluies en France) renferme le détail journalier de la pluie recueillie en France dans 1959 stations, avec une discussion des résultats et une série de cartes qui traduisent graphiquement la distribution annuelle et mensuelle des pluies dans toute l'étendue du pays.

» Je me fais aussi un devoir de signaler la perfection apportée par MM. Gauthier-Villars dans l'impression si difficile de ces Tableaux numériques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1891.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Martin-Damourette. — MM. Bouchard, Charcot, Brown-Séquard, Marey, Verneuil réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Ranvier.

Prix Pourat (*Fonctions du corps thyroïde*). — MM. Bouchard, Ranvier, Verneuil, Sappey, Brown-Séquard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Charcot et Chauveau.

Prix Gay (*Des lacs de nouvelle formation et de leur mode de peuplement*). — MM. A. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Daubrée, de Quatrefages réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Gaudry et Grandidier.

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Armand Gautier, Schlœsing, Schützenberger, Larrey, Duclaux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fremy et Friedel.

Prix Trémont. — MM. Bertrand, Berthelot, Faye, Marcel Deprez, de Quatrefages réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Léauté.

Prix Gegner. — MM. Bertrand, Berthelot, de Quatrefages, Hermite, Fremy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye et Darboux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **Badin** et **Escoffier** adressent les résultats de leurs recherches sur le cuvage des vins à vase complètement clos.

(Commissaires : MM. Schlœsing et Dehérain.)

M. **P. Lagrange** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Méthodes de dosage des matières organiques dans les jus de betteraves, les sucres et les mélasses ».

(Commissaires : MM. Schlœsing et Dehérain.)

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet une Note accompagnée d'une épreuve photographique sur un système de frein pour wagons de chemins de fer, adressée par M. *Arnaldi*, de Palerme.

Cette Note est renvoyée à l'examen de la Section de Mécanique.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Un volume des *Acta mathematica*, rédigés par M. *Mittag-Leffler*, contenant le Mémoire de M. *H. Poincaré* sur le Problème des trois corps et le

Mémoire de M. *P. Appell* sur les intégrales de fonctions à multiplicateurs, Mémoires couronnés par S. M. le roi Oscar II, le 21 janvier 1889.

2° Une Notice sur la vie et les travaux de *G. Chancel*, par M. *R. de Forcrand*.

M. E. Colin adresse, de Madagascar, ses remerciements pour le prix Jérôme Ponti qui lui a été décerné.

ASTRONOMIE. — *Loi suivant laquelle la somme des distances de la Lune à deux étoiles quelconques varie en fonction du temps.* Note de M. L. **Cruls**, présentée par M. Faye.

« En recherchant une méthode nouvelle pour la détermination des longitudes, basée sur la détermination de l'instant où la Lune coupe l'arc de grand cercle passant par deux étoiles, et la mesure, à ce même instant, de la distance de l'une de celles-ci à la Lune, méthode que j'espère être bientôt en mesure d'essayer, une fois que j'aurai à ma disposition le sextant convenablement modifié ([1]) dans ce but, j'ai été conduit à discuter le problème suivant :

» *Déterminer la loi suivant laquelle la somme des distances de la Lune à deux étoiles quelconques varie en fonction du temps.*

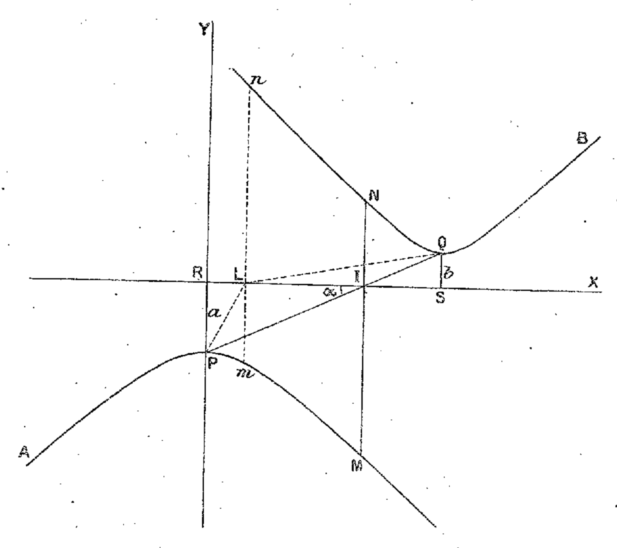
» Nous adopterons pour plan de projection le plan tangent à la sphère au point milieu de l'arc de grand cercle qui joint les deux étoiles. Nous supposerons, en outre, pour simplifier, que la Lune se déplace en projection sur ce plan d'un mouvement rectiligne et uniforme. En réalité, il n'en est pas ainsi, puisque les effets réunis de la parallaxe et de la réfraction altèrent à chaque instant l'uniformité de ce mouvement, lequel, en outre, est angulaire, au lieu de s'effectuer, comme nous le supposons, suivant la tangente à l'orbite. Mais si l'on n'a en vue que l'application des conséquences du problème, dans les limites assez rapprochées assignées

---

([1]) Le grand miroir de ce sextant se composera, en réalité, de deux miroirs pouvant se déplacer l'un par rapport à l'autre, de façon à pouvoir amener simultanément dans le champ de la lunette les images de trois astres, situés dans un même plan. M. Hurlimann, l'habile constructeur bien connu, a été chargé de réaliser cette modification.

par la pratique, nous sommes parfaitement en droit de faire l'hypothèse en question.

» Ceci posé, il est aisé de démontrer que, à chaque instant, la somme des distances LP, LQ (voir figure ci-dessous) de la Lune aux deux étoiles considérées est égale à la somme des ordonnées $y = Lm$, $y' = Ln$, ayant même abscisse commune $x = RL$, de deux branches d'hyperboles équi-



latères A, B ayant : 1° leurs sommets aux deux étoiles P, Q; 2° pour axe imaginaire commun la trajectoire de la Lune, et 3° leurs axes transverses parallèles et situés à une distance RS, que nous représenterons par Δ (voir figure ci-dessus, qui ne comprend qu'une des branches de chaque hyperbole).

» En adoptant pour axe des x l'axe imaginaire commun, et pour celui des y l'axe transverse de l'hyperbole A, les équations des hyperboles A et B seront

$$y^2 = x^2 + a^2,$$
$$y'^2 = (\Delta - x')^2 + b^2.$$

» En cherchant, par l'analyse, la valeur de l'abscisse commune x, qui rend minimum la somme des ordonnées $y + y'$, on trouve

$$x = \frac{a}{a+b}\Delta,$$

c'est-à-dire celle qui correspond au point I, pour lequel on a, en effet,

$$NI = IQ \quad \text{et} \quad MI = PI,$$

d'où

$$MN = PQ,$$

et où, en d'autres termes, la somme des distances de la Lune aux deux étoiles passe par sa valeur minimum.

» Afin de nous rendre compte des conditions les plus favorables à l'application de la nouvelle méthode, nous avons cherché l'expression du rayon de courbure aux points M et N des deux hyperboles. On obtient ainsi

$$\rho = -\frac{(2x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}{a^2},$$

$$\rho' = -\frac{[2(\Delta - x^2)^2 + b^2]^{\frac{3}{2}}}{b^2}.$$

» Mais, au lieu d'exprimer ρ et ρ' en fonction des demi-axes transverses a et b et de Δ, il est plus simple de le faire en fonction de l'angle α que font les droites RS et PQ, c'est-à-dire l'angle de la trajectoire lunaire avec le grand cercle passant par les étoiles; on trouve ainsi

$$\rho = -a\left(\frac{2 + \operatorname{tang}^2\alpha}{\operatorname{tang}^2\alpha}\right)^{\frac{3}{2}},$$

$$\rho' = -b\left(\frac{2 + \operatorname{tang}^2\alpha}{\operatorname{tang}^2\alpha}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

» On en conclut que, pour une même valeur de a et b, les rayons de courbure diminuent lorsque α augmente; en d'autres termes, les conditions du problème seront d'autant plus favorables, que les ascensions droites des étoiles différeront moins entre elles, et seront situées à de faibles distances de part et d'autre de l'orbite lunaire.

» Pour $\alpha = 90°$, c'est-à-dire lorsque les deux étoiles ont la même ascension droite, on trouve

$$\rho = a,$$

valeur minimum du rayon de courbure. Pour $\alpha = 45°$, on a

$$\rho = 5{,}1\,a.$$

Presque toutes ces conséquences, d'ailleurs fort simples, étaient aisées à déduire par des considérations purement géométriques; il m'a paru, néanmoins, assez intéressant de le faire par l'analyse. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris* (¹); par M. G. BIGOURDAN. Note communiquée par M. Mouchez.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
	h m s	° ′	
153....	9.13.15	104. 6	Objet de grandeur 13,5; un peu nébuleux et qui ne paraît pas être 2846 N. G. C.
154....	9.19.18	66.23	Étoile 13,2, qui paraît entourée de nébulosité très faible. Ne paraît pas être 2885 N. G. C.
155....	9.24.29	104.10	Gr. : 13,2; allongée vers $p = 100°$, de 80″ de long sur 40″ de large, diffuse, sans noyau. Elle est distincte de 2902 N. G. C.
156....	9.42.57	76.32	Gr. : 13,4-13,5; soupçonnée près de 3024 N. G. C., à $p = 50°$, $d = 2'$.
157....	9.52.11	76.19	Étoile 13,4, accompagnée de nébulosité excessivement faible et de 30″ de diamètre.
158....	10.30.28	116.50	Gr. : 13,3-13,4; très diffuse, dans laquelle on soupçonne au moins deux étoiles. Pourrait être un amas.
159....	10.38.56	54.31	Gr. : 13,3; diffuse, allongée vers $p = 104°$, de 80″ de long sur 35″ de large. Pourrait être une nébuleuse double.
160....	10.39.57	54.36	Gr. : 13,4; très diffuse, 1′ de diamètre, sans noyau.
161....	10.47.40	71.39	Petit amas de 25″ de diamètre, entremêlé peut-être de nébulosité.
162....	11.14.19	86.28	Objet de grandeur 13,5, et d'aspect nébuleux.
163....	11.14.22	86.24	Petite nébuleuse que le voisinage d'une étoile 12,8 (située à $p = 214°$, $d = 0',5$) empêche de bien apercevoir.
164....	11.27.28	72.23	Objet excessivement faible soupçonné près de 2374 BD + 17, à $p = 10°$, $d = 3'$.
165....	11.38.44	68.47	Gr. : 13,5; excessivement diffuse, avec deux points un peu plus brillants.
166....	11.56.17	36.34	Traces de nébulosité, soupçonnées à côté d'une étoile de grandeur 12.

(¹) Voir p. 647 de ce Volume.

Nos.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	Description.
	h m s	°	
167....	11.58. 0	68.58	Assez brillante, allongée vers $p = 98°$, de 90″ de long sur 40″ de large, sans noyau.
168....	12. 3.23	73. 5	Gr. : 13,5; soupçonnée près de 4152 N. G. C., à $p = 347°$, $d = 6'$.
169....	12. 5.11	60. 1	Très faible; se distingue difficilement de 4169 N. G. C. dont elle est très voisine.
170....	12. 8.11	65.14	Gr. : 13,4; petite, 12″ à 15″ de diamètre, d'aspect fortement stellaire.
171....	12.11.45	76.20	Gr. : 13,3-13,4; 30″ de diamètre, avec noyau stellaire qui se détache vivement.
172....	12.12.56	74.15	Gr. : 13,4; très diffuse, 30″ d'étendue, sans noyau.
173....	12.19.29	80.12	Gr. : 13,4; 10″ de diamètre, très voisine de 4410 N. G. C.
174....	12.30.28	14.56	Gr. : 13,3-13,4; 30″ de diamètre, d'aspect fortement stellaire.
175....	12.34.58	69.17	Petit amas un peu nébuleux de 30″ de diamètre, dans lequel on distingue deux ou trois étoiles très faibles.
176....	12.37.31	99.26	Étoile 13,2-13,3, un peu nébuleuse et entourée de nébulosité de 10″ de diamètre. Est distincte de 4658 N. G. C.
177....	12.40.58	62. 2	Soupçonnée près de 4692 N. G. C. à $p = 220°$, $d = 1',5$.
178....	12.45. 7	104.46	Étoile 13,4 entourée de nébulosité excessivement faible de 30″ à 40″ d'étendue. Est distincte de 4756 N. G. C.
179....	12.51.31	61. 6	Gr. : 13,5; petite d'aspect stellaire.
180....	13.27.12	71.35	Gr. : 13,5; située près de 5217 N. G. C., à $p = 105°$, $d = 3'5$.
181....	13.53.23	92.16	Gr. : 13,4-13,5; de 10″ de diamètre et d'aspect stellaire.
182....	13.59.10	94.49	Gr. : 13,4-13,5; d'aspect assez stellaire.
183....	13.59.15	94.51	Objet un peu nébuleux situé près de 5465 N. G. C., à $p = 105°$, $d = 1'8$.
184....	14.10. 6	49.33	Gr. : 13,4-13,5; très diffuse de 30″ à 40″ de diamètre.
185....	14.27.37	39.28	Gr. : 13,0; assez petite, un peu allongée, 15″ d'étendue, avec noyau demi-stellaire.
186....	15. 0.38	46.47	Objet excessivement faible et qui paraît nébuleux.
187....	15. 0.39	100.36	Gr. : 13,4-13,5; diffuse, 40″ de diamètre sans noyau.
188....	15. 2.36	33.51	Gr. : 13,4-13,5; pourrait être une simple étoile.
189....	15. 2.53	107.58	Gr. : 13,4; de 25″ à 30″ d'étendue, avec faible condensation un peu stellaire.

Nos.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	Description.
	h m s	° ′	
190....	15. 5.29	94.33	Gr. : 13,5; sans détail perceptible à cause de son extrême faiblesse.
191....	15.13.13	14. 2	Gr. : 13,4-13,5, et qui, par un ciel assez beau, a présenté un aspect nébuleux; revu par un beau ciel, il a paru douteux que cet objet fût réellement nébuleux.
192....	15.22.32	81.53	Gr. : 13,5; de 30″ à 40″ d'étendue, avec noyau stellaire excessivement faible.
193....	15.24. 3	46.38	Gr. : 13,4; de 10″ d'étendue, assez stellaire.
194....	15.28. 4	84.32	Étoile 13,0; près de laquelle on soupçonne quelques traces de nébulosité.
195....	15.31.20	72.18	Gr. : 13,5 voisine de 3388 BD + 17°. Tout près à $p = 220°$, $d = 1′,5$ à $2′$ on soupçonne un autre objet nébuleux plus faible encore.
196....	15.42.52	70.30	Gr. : 13,4-13,5; paraît être un petit amas; il est situé près de 3021 BD + 19°, à $p = 120°$, $d = 1′,3$.
197....	15.55.34	19. 1	Étoile 13,3 qui paraît accompagnée d'une trace de nébulosité.
198....	15.58.33	71.39	Étoile autour de laquelle on soupçonne un peu de nébulosité.
199....	15.58.42	71.45	Gr. : 13,4; diffuse, 25″ de diamètre, avec noyau stellaire.
200....	15.59. 1	71.29	Objet d'aspect un peu nébuleux, et qui, par rapport à 6055 N. G. C. est à $p = 275°$, $d = 2′,5$.
201....	15.59. 5	71.18	Gr. : 13,5; situé près de 3111 BD + 18°, à $p = 345°$, $d = 4′$.
202....	15.59. 9	71.30	Petite étoile qui paraît accompagnée d'un peu de nébulosité; elle est voisine de 6055 N.G.C., à $p = 220°$, $d = 1′,3$.
203....	15.59.19	71.51	Gr. : 13,4-13,5; de 15″ de diamètre, fortement stellaire. Une étoile 10,7 est à $p = 240°$, $d = 1′$.
204....	15.59.25	71.49	Étoile 13,3 qui paraît accompagnée de quelques traces de nébulosité.
205....	15.59.26	71.54	Étoile 13,3 accompagnée de nébulosité de 20″ d'étendue.
206....	15.59.34	19. 3	Étoile 13,4-13,5 accompagnée de nébulosité.
207....	16. 7.34	20. 1	Gr. : 13,4-13,5; 20″ de diamètre, avec noyau stellaire. Une étoile 11 est à $p = 100°$, $d = 3′$.
208....	16. 8.37	78.21	Excessivement faible (trouvée en cherchant la comète de d'Arrest, le 28 juin 1890). Paraît être identique à 81 $Swift_7$.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (309), découverte à l'Observatoire de Marseille, équatorial Eichens (ouverture : $0^m,258$)*; par M. **Borrelly.**

Dates 1891.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de comp.	Æ app.	Log. fact. parall.	℘ app.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mars 31....	11. 0.22	+1.12,75	+5.47,4	4:4	12.24.48,13	$\bar{2}$,960	91.55.31,5	−0,785	1
31....	11.53.53	+1.11,06	+5.34,3	5:5	12.24.46,44	$\bar{3}$,900	91.55.18,4	−0,800	1
Avril 1....	9. 3.30	+0.30,15	−0.17,7	5:5	12.24. 5,53	$\bar{1}$,449	91.49.26,4	−0,797	1
4....	9.20.29	−2.59,80	+8.57,6	5:5	12.21.45,43	$\bar{1}$,368	91.29.25,7	−0,796	2

Positions des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Asc. droite moy. pour 1891,0.	Réduction au jour.	℘ moy. pour 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.....	7-8	12.23.34,37	+1,01	91.49.37,1	+7,0	362 Weisse (*a.c*) H. XII
2.....	9	12.24.44,20	+1,03	91.20.21,1	+7,0	376 Weisse (*a.c*) H. XII

» La planète est de 11e grandeur. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la théorie des surfaces applicables sur une surface donnée.* Extrait d'une Lettre de M. **J. Weingarten** à M. Darboux.

« Permettez-moi de vous donner une application nouvelle et d'un intérêt particulier de la formule (2) de ma Lettre précédente (¹).

» Choisissant pour φ la forme

$$\varphi = pq + P,$$

où P désigne une fonction de la seule variable p, on aura

$$d\xi^2 + d\eta^2 + d\zeta^2 = du^2 + 2(u - \Pi)\,dp^2,$$

où

$$\Pi = P' + p^2.$$

(¹) Voir *Comptes rendus*, p. 607 de ce Volume.

Cherchons quelle doit être l'expression de Π pour que cet élément linéaire puisse se ramener à la *forme* de Liouville

$$(A - B)(d\alpha^2 + d\beta^2).$$

Avec les moyens que vous avez donnés, il n'est pas difficile de répondre à cette question.

» On trouve, en négligeant des constantes qui n'altèrent pas la généralité de l'application,

$$P'^2 + p^2 = -\frac{2}{b}p + \frac{2}{b^2}(e^{bp} - 1),$$

b étant une constante.

» Mais c'est un résultat bien inattendu que l'équation

$$\rho + \rho' + P'' = 0$$

devient aisément intégrable et même par l'équation

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial u\,\partial v} = K e^{\psi}$$

de *Liouville*.

» En conséquence, on peut signaler une nouvelle classe de surfaces applicables les unes sur les autres dont l'élément linéaire prend la forme de Liouville

$$ds^2 = (\alpha - \beta)\left[\frac{d\alpha^2}{\alpha^2}(\alpha - 2) - \frac{d\beta^2}{\beta^2}(\beta - 2)\right],$$

et dont les individus sont déterminables par de simples quadratures.

» Les surfaces que j'ai données autrefois (*Göttinger Nachrichten;* 1887) et dont l'élément linéaire a pour expression

$$ds^2 = \left(\alpha^{\frac{2}{3}} + \beta^{\frac{2}{3}}\right)(d\alpha^2 + d\beta^2)$$

correspondent à $\Pi = p^2$ ou à $b = 0$, cas limite. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la theorie des surfaces applicables.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Darboux.

« Le théorème donné récemment par M. Weingarten (*Comptes rendus,* t. CXII, p. 607), concernant les surfaces dont le carré de l'élément linéaire

possède la forme (¹)

$$ds^2 = du^2 + (u + \alpha v)\, dv^2$$

peut être généralisé. Conservant les notations de ce géomètre, désignons par x, y, z les coordonnées d'un point M d'une surface S, par c, c', c'' les cosinus directeurs de la normale à la surface, par q la moitié du carré de la distance du point M à l'origine, par p la distance de l'origine au plan tangent, par ρ et ρ' les rayons de courbure principaux, et supposons que la surface S vérifie l'équation aux dérivées partielles du second ordre

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial p^2} + (\rho + \rho') \frac{\partial^2 \varphi}{\partial p\, \partial q} + \rho\rho' \frac{\partial^2 \varphi}{\partial q^2} = 0,$$

où φ est une fonction donnée de p, q. Alors, d'après la proposition de M. Weingarten, on pourra poser

$$(2) \qquad x\, d\frac{\partial \varphi}{\partial q} + c\, d\frac{\partial \varphi}{\partial p} = d\xi$$

et deux équations analogues; si l'on considère ξ, η, ζ comme les coordonnées d'un point d'une surface Σ, le carré de l'élément linéaire de cette surface sera donné par la formule

$$(3) \qquad ds^2 = 2q\left(d\frac{\partial \varphi}{\partial q}\right)^2 + 2p\, d\frac{\partial \varphi}{\partial q}\, d\frac{\partial \varphi}{\partial p} + \left(d\frac{\partial \varphi}{\partial p}\right)^2.$$

Inversement, si l'on connaît une surface Σ admettant cet élément linéaire, les formules (2) feront connaître une surface S satisfaisant à l'équation (1).

» Cela posé, je prends pour $\varphi(p, q)$ la fonction

$$(4) \qquad \varphi = pq - p^2 \frac{\beta}{2} - \alpha \frac{p^3}{3},$$

un peu plus générale que celle de M. Weingarten. L'équation (1) prend la forme

$$(5) \qquad \rho + \rho' = 2\alpha p + \beta.$$

(¹) Il me paraît utile de rappeler que cette forme caractérise les surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution. Ces surfaces ont été déterminées dans le 2ᵉ fascicule du t. III des *Leçons sur la théorie des surfaces* de M. Darboux.

Quant à l'élément linéaire (3), il s'écrit, en posant

$$q = \beta p + \frac{(2\alpha - 1)}{2} p^2 + u,$$
$$ds^2 = du^2 + [2u + 2(\alpha - 1)p^2 + 2\beta p]\, dp^2$$

ou, après la substitution

$$p = \frac{v}{\sqrt{2}},$$

(6) $$ds^2 = du^2 + (u + kv^2 + lv)\, dv^2, \qquad k = \frac{\alpha - 1}{2}, \qquad l = \frac{\beta}{\sqrt{2}}.$$

» Laissons de côté le cas où $\alpha = 1$, qui a été traité par M. Weingarten; on peut, sans diminuer la généralité, supposer $\beta = 0$, car cela revient à remplacer les surfaces S par des surfaces parallèles. La détermination des surfaces qui admettent l'élément linéaire donné par la formule (6) se ramène donc à l'intégration de l'équation aux dérivées partielles

$$\rho + \rho' = 2\alpha p,$$

c'est-à-dire à la recherche des surfaces pour lesquelles la somme des rayons de courbure principaux est proportionnelle à la distance d'un point fixe au plan tangent. Or, dans un Mémoire inséré au Tome X de l'*American Journal of Mathematics*, j'ai montré que la recherche de ces surfaces se ramène à l'intégration d'une équation de la forme $E(\beta, \beta)$ [voir Darboux, *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. II, p. 54], dont l'intégrale générale peut être obtenue sous forme finie pour une infinité de valeurs de la constante α. En rapprochant ce résultat de ce qui précède, on voit donc qu'*il existe une infinité de valeurs de la constante k pour lesquelles on peut déterminer, par des quadratures, toutes les surfaces qui admettent l'élément linéaire donné par la formule*

$$ds^2 = du^2 + (u + kv^2 + lv)\, dv^2;$$

si k est quelconque, la détermination de ces surfaces se ramène à l'intégration d'une équation $E(\beta, \beta)$.

» Les lignes géodésiques sont représentées, si k n'est pas nul, par le système des deux équations

$$2kv + l = \varphi'(t), \qquad u = \frac{\varphi^2}{1 - t^2} + \frac{l^2 - \varphi'^2}{4k},$$

où t désigne une variable auxiliaire, $\varphi(t)$ l'intégrale générale de l'équation linéaire du second ordre

$$(1-t^2)\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}=4k\varphi,$$

qui se ramène à l'équation de la série hypergéométrique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème d'Analyse qui se rattache aux équations de la Dynamique.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Darboux.

« Quand le mouvement d'un point ou d'un système matériel dépend seulement de deux variables, on sait obtenir tous les cas où il existe, avec l'intégrale des forces vives, une autre intégrale du second degré à l'égard des vitesses. Si le mouvement dépend de trois paramètres, la question présente plus de difficultés et l'on rencontre des résultats bien différents.

» En profitant d'une remarque faite par M. Darboux, il est permis de supposer que la fonction des forces est réduite à une constante. Soit alors

$$(1)\qquad 2T=\alpha^2\left(\frac{dx_1}{dt}\right)^2+\beta^2\left(\frac{dx_2}{dt}\right)^2+\gamma^2\left(\frac{dx_3}{dt}\right)^2$$

la force vive du système matériel, rapporté à des coordonnées convenables, et cherchons à choisir pour les fonctions α, β, γ des expressions telles que les équations différentielles du mouvement puissent être déduites, soit de la forme quadratique précédente, soit d'une seconde forme, où entrent en général les produits $\frac{dx_2}{dt}\frac{dx_3}{dt}$, ...

» Ce problème diffère en un point essentiel de celui qui se présenterait si les paramètres x n'étaient qu'au nombre de deux. Dans ce cas, en effet, l'équation différentielle des trajectoires est aussi celle des lignes géodésiques sur les surfaces qui admettent un élément linéaire commun

$$(2)\qquad e\,dx_1^2+2f\,dx_1\,dx_2+g\,dx_2^2.$$

» Cela étant, je représente par δ^2 le déterminant $eg-f^2$, par $A(z)$, $A'(z)$, $A''(z)$ trois expressions linéaires et du second ordre en z, qui

dépendent uniquement de l'équation des trajectoires ([1]). Pourvu que l'élément (2) ne soit point celui d'une sphère, la mesure k de la courbure en un point des surfaces auxquelles il appartient est donnée par l'une quelconque des formules

$$(3)\quad A\left(\delta^{-\frac{1}{3}}\right) = -ek\,\delta^{-\frac{1}{3}},\qquad A'\left(\delta^{-\frac{1}{3}}\right) = fk\,\delta^{-\frac{1}{3}},\qquad A''\left(\delta^{-\frac{1}{3}}\right) = -gk\,\delta^{-\frac{1}{3}}$$

ou par celle-ci

$$(6)\qquad A\left(\delta^{-\frac{1}{3}}\right)A''\left(\delta^{-\frac{1}{3}}\right) - A'^2\left(\delta^{-\frac{1}{3}}\right) = k^2\lambda^{\frac{4}{3}},$$

qui en est une conséquence évidente. Il suffit donc de connaître δ pour déterminer k et, par ce moyen, e, f, g, quand l'équation des géodésiques est donnée. L'exception signalée pour les surfaces à courbure constante a lieu quand A, A', A'' s'évanouissent à la fois.

» Il en est autrement quand les paramètres x sont au nombre de trois : outre une exception semblable à la précédente et que l'on rencontre si l'expression $\sqrt{\alpha^2 dx_1^2 + \beta^2 dx_2^2 + \gamma^2 dx_3^2}$ représente la distance des points infiniment voisins dans l'espace rapporté à des coordonnées orthogonales, il existe des cas où, les équations des trajectoires étant données, il ne suffit pas de connaître le discriminant δ^2 de la forme (1) pour en conclure cette forme même. C'est dire que l'on peut choisir α, β, γ de telle manière qu'une seconde forme, de même discriminant, corresponde aux mêmes trajectoires.

» Tous les cas de cette espèce sont donnés par les relations

$$(5)\qquad \frac{\partial\beta}{\gamma\,\partial x_3} = \frac{\partial\varphi}{\partial x_2},\qquad \frac{\partial\gamma}{\beta\,\partial x_2} = -\frac{\partial\varphi}{\partial x_3},\qquad \frac{\partial\beta}{\partial x_1} = \frac{\partial\gamma}{\partial x_1} = 0,$$

jointes à l'une des suivantes

$$(6)\qquad \begin{cases} \cos\varphi\,\dfrac{\partial\alpha}{\beta\,\partial x_2} - \sin\varphi\,\dfrac{\partial\alpha}{\gamma\,\partial x_3} = 0, \\ \sin\varphi\,\dfrac{\partial\alpha}{\beta\,\partial x_2} - \cos\varphi\,\dfrac{\partial\alpha}{\gamma\,\partial x_3} = 0. \end{cases}$$

» L'expression de T est alors réductible à l'une de celles-ci, par un choix

([1]) *Journal de l'École Polytechnique*, LIXe Cahier, p. 14.

approprié des variables

$$(7)\qquad 2\,\mathrm{T}\,dt^2 = \{\Phi[x_1, \mathrm{F}(\mathrm{X}_3) - f(\mathrm{X}_2)]\,dx_1^2 + d\mathrm{X}_2\,d\mathrm{X}_3\}.$$

» Il n'y a aucune difficulté à calculer la seconde forme quadrique T_1, associée à T, et il est clair que l'équation

$$\frac{\mathrm{T}_1}{\mathrm{T}} = \text{const.}$$

est toujours une intégrale des équations différentielles des trajectoires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fractions continues régulières relatives à e^x.* Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Picard.

« Le Tableau ([1]) des fractions rationnelles approchées de la fonction e^x est uniquement composé de fractions normales. Comme cas particulier des belles formules données par M. Hermite, dans les premières pages de son profond Mémoire *Sur la fonction exponentielle*, il est aisé d'obtenir *toutes* les fractions continues régulières qui correspondent à e^x. Chacun des deux types de fractions continues de la *première sorte* est représenté par une *infinité* de fractions continues, comme cela résulte d'ailleurs de la théorie générale. Parmi les fractions continues de la *deuxième sorte*, la première et la deuxième famille sont seules représentées. Il y a une *infinité* de fractions continues de la première famille qui appartiennent au premier type; *deux* seulement appartiennent au second type; la deuxième famille ne renferme que *deux* fractions continues.

» Voici le Tableau complet de ces fractions continues. Pour les écrire nous faisons usage des symboles $\dot{+}$, $\dot{-}$ définis par les formules

$$\frac{a}{b} \dot{+} c = \frac{a}{b+c}, \qquad \frac{a}{b} \dot{-} c = \frac{a}{b-c}.$$

» Dans les formules (1) à (6), il faut donner à n successivement les valeurs 0, 1, 2, 3, ...

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 10 novembre 1890.

I. — Fractions continues régulières de la première sorte.

Premier type.

$$(1)\quad 1+\frac{x}{1}+\frac{x^2}{1.2}+\ldots+\frac{x^n}{n!}+\frac{\frac{x^{n+1}}{n!}}{n+1-x}\dot{+}\frac{x}{n+2-x}\dot{+}\frac{2x}{n+3-x}\dot{+}\frac{3x}{n+4-x}\dot{+}\ldots,$$

$$(2)\quad \frac{1}{1-\frac{x}{1}+\frac{x^2}{1.2}-\ldots+\frac{(-1)^n x^n}{n!}}\dot{+}\frac{(-1)^{n+1}\frac{x^{n+1}}{n!}}{n+1+x}\dot{-}\frac{x}{n+2+x}\dot{-}\frac{2x}{n+3+x}\dot{-}\frac{3x}{n+4+x}\dot{-}\ldots$$

Second type.

$$(3)\quad \begin{cases} 1+\frac{x}{1}+\frac{x^2}{1.2}+\ldots+\frac{x^n}{n!}+\frac{x^{n+1}}{(n+1)!}\dot{-}\frac{(n+1)x}{n+2} \\ \quad\dot{+}\frac{x}{n+3}\dot{-}\frac{(n+2)x}{n+4}\dot{+}\frac{2x}{n+5}\dot{-}\frac{(n+3)x}{n+6}\dot{+}\frac{3x}{n+7}\dot{-}\ldots, \end{cases}$$

$$(4)\quad \begin{cases} \frac{1}{1-\frac{x}{1}+\frac{x^2}{1.2}-\ldots+\frac{(-1)^n x^n}{n!}}\dot{+}\frac{(-1)^{n+1}x^{n+1}}{(n+1)!}\dot{+}\frac{(n+1)x}{n+2} \\ \quad\dot{-}\frac{x}{n+3}\dot{+}\frac{(n+2)x}{n+4}\dot{-}\frac{2x}{n+5}\dot{+}\frac{(n+3)x}{n+6}\dot{-}\frac{3x}{n+7}\dot{+}\ldots. \end{cases}$$

II. — Fractions continues régulières de la seconde sorte.

Première famille.

Premier type.

$$(5)\quad \begin{cases} 1+\frac{x}{1}+\frac{x^2}{1.2}+\ldots+\frac{x^n}{n!}+\frac{(n+2)x^{n+1}}{(n+2)!-(n+1)!\,x} \\ \quad\dot{+}\frac{\frac{1(n+1)}{(n+2)(n+3)}x^2}{1-\frac{nx}{(n+2)(n+4)}}\dot{+}\frac{\frac{2(n+2)}{(n+3)(n+4)^2(n+5)}x^2}{1-\frac{nx}{(n+4)(n+6)}}\dot{+}\frac{\frac{3(n+3)}{(n+5)(n+6)^2(n+7)}x^2}{1-\frac{nx}{(n+6)(n+8)}}\dot{+}\ldots, \end{cases}$$

$$(6)\quad \begin{cases} \frac{1}{1-\frac{x}{1}+\frac{x^2}{1.2}-\ldots+\frac{(-1)^n x^n}{n!}}\dot{+}\frac{(-1)^{n+1}(n+2)x^{n+1}}{(n+2)!+(n+1)!\,x} \\ \quad\dot{+}\frac{\frac{1(n+1)}{(n+2)(n+3)}x^2}{1+\frac{nx}{(n+2)(n+4)}}\dot{+}\frac{\frac{2(n+2)}{(n+3)(n+4)^2(n+5)}x^2}{1+\frac{nx}{(n+4)(n+6)}}\dot{+}\frac{\frac{3(n+3)}{(n+5)(n+6)^2(n+7)}x^2}{1+\frac{nx}{(n+6)(n+8)}}\dot{+}\ldots, \end{cases}$$

Second type.

$$(7)\qquad 1+\frac{2x}{2-x}\,\dot{+}\,\frac{1.2\,x^2}{3.4}\,\dot{+}\,\frac{2.3\,x^2}{5.6}\,\dot{+}\,\frac{3.4\,x^2}{7.8}\,\dot{+}\ldots,$$

$$(8)\qquad \frac{1}{1}\,\dot{-}\,\frac{2x}{2+x}\,\dot{+}\,\frac{1.2\,x^2}{3.4}\,\dot{+}\,\frac{2.3\,x^2}{5.6}\,\dot{+}\,\frac{3.4\,x^2}{7.8}\,\dot{+}\ldots,$$

SECONDE FAMILLE [1].

$$(9)\qquad 1+\frac{12x}{12-6+x^2}\,\dot{-}\,\frac{\frac{1}{3.5}\frac{x^4}{4}}{1+\frac{1}{3.7}\frac{x^2}{2}}\,\dot{-}\,\frac{\frac{1}{5.7^2.9}\frac{x^4}{4^2}}{1+\frac{1}{7.11}\frac{x^2}{2}}\,\dot{-}\,\frac{\frac{1}{9.11^2.13}\frac{x^4}{4^2}}{1+\frac{1}{11.15}\frac{x^2}{2}}\,\dot{-}\ldots,$$

$$(10)\qquad \frac{1}{1}\,\dot{-}\,\frac{12x}{12+6x+x^2}\,\dot{-}\,\frac{\frac{1}{3.5}\frac{x^4}{4}}{1+\frac{1}{3.7}\frac{x^2}{2}}\,\dot{-}\,\frac{\frac{1}{5.7^2.9}\frac{x^4}{4^2}}{1+\frac{1}{7.11}\frac{x^2}{2}}\,\dot{-}\,\frac{\frac{1}{9.11^2.13}\frac{x^4}{4^2}}{1+\frac{1}{11.15}\frac{x^2}{2}}\,\dot{-}\ldots$$

» Parmi toutes ces fractions continues, les seules qui avaient été obtenues jusqu'ici sont au nombre de cinq. Elles se déduisent des précédentes en faisant $n=0$ dans les formules (2), (3), (4), $n=1$ dans (5), enfin la dernière est la fraction (7) elle-même.

» Le Tableau précédent renferme *toutes* les fractions continues régulières relatives à e^x. *Toutes ces fractions sont convergentes et ont pour limite* e^x, *dans tout le plan*. Si l'on considère la suite des réduites de la fraction (1), les numérateurs tendent vers l'unité, et les dénominateurs vers e^{-x}; pour la fraction (2), au contraire, les numérateurs tendent vers e^x et les dénominateurs vers l'unité; enfin, pour l'une quelconque des autres fractions, les numérateurs tendent vers $e^{\frac{x}{2}}$ et les dénominateurs vers $e^{-\frac{x}{2}}$; dans tous les cas, la limite du quotient est donc bien e^x. »

---

(1) Nous avons reconnu que, dans une fraction continue régulière de la deuxième sorte, le degré commun aux dénominateurs partiels ne peut dépasser la moitié du degré commun aux numérateurs partiels; la seconde famille ne peut donc renfermer que trois types et non pas quatre, comme nous l'avons dit autrefois, la troisième famille quatre types et non pas six, ... Les deux fractions continues (9) et (10) doivent donc être regardées comme appartenant au *premier* type de la famille, et non pas au second.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le mode de vibration des membranes et le rôle du muscle thyro-aryténoïdien.* Note de M. **A. Hubert**, présentée par M. A. Cornu.

« Les membranes sur lesquelles j'ai opéré constituaient la paroi supérieure d'une série de petites caisses métalliques à section droite carrée qui pouvaient être montées sur une soufflerie; le côté de la section droite carrée et par conséquent de la partie vibrante de la membrane, variable d'une caisse à l'autre, a été successivement de $3^{cm}, 5$, 6^{cm}, 9^{cm}, 15^{cm}. L'un des bords de la membrane, amené tout près de l'une des arêtes horizontales supérieures de la caisse, ménageait un orifice de sortie à l'air de la soufflerie et pouvait entrer en vibration. Les bords de la membrane, perpendiculaires au bord vibrant, étaient saisis entre des pinces au moyen desquelles on pouvait exercer une traction parallèle à ce bord vibrant. Dans l'intérieur de chaque caisse, et à 3^{cm} environ au-dessous de la membrane, était fixée une plaque métallique percée d'un assez grand nombre de petites ouvertures, afin de répartir aussi uniformément que possible l'action de l'air de la soufflerie et de diminuer tout au moins les effets possibles de résonance.

» Des lignes équidistantes, tracées à l'encre à la surface de la membrane, les unes parallèles, les autres perpendiculaires au bord vibrant, donnaient à chaque instant la topographie exacte et complète de la membrane en vibration.

» La membrane, soumise ainsi seulement à une tension parallèle à son bord libre, se subdivise, lorsqu'elle est mise en vibration par l'air de la soufflerie, en quatre parties limitées par trois lignes nodales à peu près rectilignes et parallèles au bord vibrant.

» Ce mode de subdivision se produit quelles que soient les dimensions de la caisse et par suite de la partie vibrante de la membrane.

» Les distances du milieu des lignes nodales au bord libre sont sensiblement entre elles comme les nombres 1, 3, 6, et sensiblement proportionnelles, pour des nodales de même ordre, au côté du carré qui constitue la partie vibrante.

» Par contre, ces distances sont à peu près indépendantes de l'épaisseur de la membrane; elles sont sensiblement les mêmes, toutes choses égales d'ailleurs, pour une membrane en caoutchouc et une membrane en cuir.

» Les lignes nodales ne se déplacent pas sensiblement lorsqu'on fait varier la traction exercée parallèlement au bord vibrant.

» Si l'on exerce, en outre, une traction croissante perpendiculairement au bord vibrant, les lignes nodales se rapprochent de ce bord et la hauteur du son s'élève. Pour une traction convenable les deux lignes nodales extrêmes disparaissent, la ligne nodale intermédiaire subsiste seule et la hauteur du son s'abaisse brusquement. Si la traction perpendiculaire au bord vibrant augmente encore, le son s'élève encore progressivement jusqu'au moment où survient une nouvelle chute brusque de hauteur correspondant à la disparition de la dernière ligne nodale. Toutefois, je n'ai observé ce dernier fait que sur les membranes dont la partie vibrante avait $3^{cm},5$ de côté; pour des dimensions plus grandes le bord vibrant devient, en effet, rapidement concave et la membrane demeure immobile.

» Les mêmes phénomènes de subdivision se produisent si la membrane est soumise à une traction encore parallèle au bord vibrant, mais exercée seulement dans le voisinage de celui-ci. L'état de tension de la membrane est alors tout à fait analogue à celui de la muqueuse du larynx, le bord vibrant représentant l'une des cordes vocales.

» Dans ces conditions, si l'on supprime en quelque sorte des portions de plus en plus grandes de la région postérieure de la membrane en appliquant sur celle-ci une plaque rigide, l'intensité du son rendu augmente d'une façon notable. Un corps pesant, simplement posé sur la membrane, produit un effet analogue. Lorsqu'un changement de hauteur accompagne l'augmentation d'intensité il se forme un nouveau système de lignes nodales; la même hauteur de son peut alors être obtenue en déterminant le même système de nodales au moyen de fils rigides appliqués sur la membrane et ne la surchargeant pas.

» Il semble difficile, d'après ces faits, de conserver au muscle thyro-aryténoïdien le rôle qu'on lui a attribué dans la production de la voix de poitrine et de la voix de fausset.

» Le rôle du faisceau interne de ce muscle doit être, d'après les faits énoncés plus haut, de supprimer, en quelque sorte, la partie de la muqueuse laryngienne, c'est-à-dire de la membrane vibrante, dans la région immédiatement sous-glottique où elle n'est soumise à aucune tension, et d'accroître ainsi l'intensité du son rendu. Le même rôle paraît, d'ailleurs, dévolu, quoique à un degré moindre, au muscle crico-aryténoïdien latéral dans le voisinage de son insertion cricoïdienne, ainsi qu'au cartilage cricoïde.

» Les variations de hauteur, dont j'ai parlé plus haut, et que l'on constate lorsque l'on exerce une légère traction perpendiculairement au bord vibrant, démontrent l'utilité des mouvements d'élévation et d'abaissement du larynx, dont on n'avait pas encore expliqué les effets, mouvements que l'on observe chez les chanteurs aux limites supérieure et inférieure de la voix chantée. Par ces mouvements, en effet, le chanteur provoque un léger degré de tension ou de relâchement de la muqueuse des cordes vocales dans une direction perpendiculaire au bord vibrant, ce qui entraîne une augmentation ou une diminution de la hauteur du son. »

CHIMIE. — *Préparation et propriétés du triiodure de bore.* Note de M. **Henri Moissan.**

« On sait que le chlorure de bore préparé par Dumas à l'état gazeux a été étudié et obtenu pur par Henri Sainte-Claire Deville et Wœhler. C'est un liquide bouillant à 18°,3. Le bromure de bore, découvert par Poggiale, a été de même préparé en notable quantité par Deville et Wœhler. Les efforts tentés pour préparer l'iodure de bore ont été infructueux jusqu'ici.

» Nous avons pu préparer le triiodure de bore :

» 1° Par l'action de l'acide iodhydrique gazeux sur la vapeur de chlorure de bore à haute température; ce mélange était entraîné dans un tube de porcelaine porté au rouge;

» 2° Par l'action de l'iode sur le bore à une température de 700° à 800°;

» 3° En faisant réagir le gaz acide iodhydrique sur le bore amorphe de Deville et Wœhler.

» Cette dernière réaction est celle qui nous a fourni le meilleur procédé de préparation, procédé que nous allons décrire rapidement.

» *Préparation.* — Le bore amorphe, préparé exactement comme l'ont indiqué Deville et Wœhler, est séché à 200° au bain d'huile dans un courant d'hydrogène. Lorsqu'il est bien refroidi, on le place dans un tube de verre de Bohême que l'on fait traverser ensuite par un courant de gaz acide iodhydrique séché avec soin sur l'iodure de calcium poreux. Le tube de verre, disposé sur une grille à analyse, est maintenu à une température voisine de son point de ramollissement.

» Au début de l'expérience il se produit une petite quantité de vapeurs d'iode qu'on laisse perdre, puis, dans une allonge bien sèche, disposée à l'extrémité du tube, on recueille bientôt un produit de couleur plus ou moins foncée, cristallisé en grandes lamelles. Au moment où la réaction

devient énergique, il se dégage de l'hydrogène à peu près pur, ne contenant plus que des traces d'acide iodhydrique.

» Le corps ainsi préparé possède une belle couleur rouge pourpre. Cette coloration tient à une petite quantité d'iode; car, si l'on reprend ces cristaux par le sulfure de carbone dans lequel ils sont solubles, on obtient un liquide qui, après agitation avec du mercure, est tout à fait incolore. Ce sulfure de carbone, rapidement évaporé dans un tube de verre, fournit des lamelles nacrées, transparentes et bien cristallisées.

» *Propriétés physiques.* — Le triiodure de bore se présente donc en cristaux incolores, très facilement altérables par l'action de la lumière. La solution sulfocarbonique incolore, dont nous venons de parler, abandonnée pendant une demi-heure à la lumière diffuse, prend la teinte rouge des solutions d'iode dans le sulfure de carbone.

» Le triiodure de bore est un corps éminemment hygroscopique. Il est impossible de le manier en présence de l'air; il attire l'humidité avec une grande énergie en se décomposant aussitôt.

» Il fond à la température de 43°; par le refroidissement il se contracte et cristallise avec la plus grande facilité. Il entre en ébullition à 210° sans décomposition et sans production de vapeurs d'iode. Porté au rouge, dans un tube de verre, il brûle au contact de l'air en produisant une flamme fortement colorée par la vapeur d'iode.

» Il nous a été impossible de prendre la densité de ce composé solide par la méthode du flacon, car nous n'avons pu trouver aucun corps liquide qui ne s'y combine pas ou qui ne le dissolve en petite quantité. La densité du triiodure de bore liquide est environ 3,3 à 50°.

» Ce nouveau composé est très soluble dans le sulfure de carbone, dans le tétrachlorure de carbone, dans la benzine; il l'est aussi, mais à une dose plus faible, dans le trichlorure de phosphore, dans le trichlorure d'arsenic et dans un grand nombre de liquides organiques.

» Un courant de 50 volts ne traverse pas le triiodure liquide, les électrodes étant placées à 1^{mm} de distance.

» *Propriétés chimiques.* — Le triiodure de bore fournit des réactions très énergiques.

» Au contact de l'eau, il est de suite décomposé en acide borique et en acide iodhydrique

$$BoI^3 + 6HO = BoO^3, 3HO + 3HI.$$

» Cette décomposition se fait d'une façon très nette, et lorsque l'on part d'un iodure bien blanc, la solution d'acide borique et d'acide iodhydrique

obtenue est tout à fait incolore; il n'y a donc pas de mise en liberté d'iode.

» L'hydrogène ne réagit pas au rouge-cerise sur l'iodure de bore.

» Chauffé dans l'oxygène, le triiodure de bore brûle facilement avec une flamme éclairante en fournissant de l'iode et de l'anhydrique borique. Le soufre fondu attaque l'iodure de bore avec énergie; il se volatilise de l'iode et, en reprenant ensuite le résidu par l'eau, on obtient un dépôt de soufre et un léger dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Le phosphore réagit à froid sur l'iodure de bore. Aussitôt qu'il y a contact entre les deux corps il se produit une violente incandescence.

» Le silicium n'est pas attaqué au rouge sombre.

» Le sodium ne réagit pas sur ce composé à la température de 50°; on peut même le distiller sur le métal alcalin. Au rouge, réaction avec incandescence.

» Le magnésium l'attaque à 500° avec incandescence, l'aluminium ne réagit pas.

» L'argent est sans action sur l'iodure de bore fondu à une température de 500°. Le fluorure d'argent réagit à froid avec incandescence sur cet iodure; il se produit de l'iodure d'argent et un violent dégagement de fluorure de bore.

» L'oxychlorure de phosphore est attaqué énergiquement par le triiodure de bore. La masse s'échauffe et il se dépose une combinaison bien cristallisée. Le chloroforme, la plupart des éthers et des carbures d'hydrogène, les ammoniaques composées réagissent aussi avec énergie sur cet iodure de bore.

» L'alcool éthylique anhydre est de suite attaqué par l'iodure de bore; la température du mélange s'élève beaucoup, et il se forme un magma d'où, par distillation, on sépare un liquide bouillant à 72° et présentant toutes les propriétés de l'iodure d'éthyle. Le corps solide restant comme résidu est l'acide borique trihydraté.

» Cette réaction peut être représentée par la formule

$$3C^4H^6O^2 + BoI^3 = Bo^3 3HO + 3C^4H^5I.$$

» L'éther ordinaire réagit aussi avec un grand dégagement de chaleur; il se produit de suite un liquide brun qui, repris par l'eau, donne de l'iodure d'éthyle, de l'acide borique et de l'alcool que l'on peut caractériser par l'iodoforme. En résumé, il se fait d'abord de l'iodure d'éthyle et de l'éther borique et une petite quantité d'eau détruit ce dernier composé

$$6C^4H^5O + BoI^3 = 3C^4H^5I + BoO^3, 3C^4H^5O.$$

» *Analyse.* — L'analyse du triiodure de bore a été faite sur des échantillons incolores et très bien cristallisés. Un poids donné du corps était repris par un grand excès d'eau, et dans un volume déterminé de ce liquide on dosait l'iode à l'état d'iodure d'argent et le bore à l'état de borate de chaux ([1]).

	Trouvé.			
	1.	2.	3.	Théorie.
Iode.....	96,7	97,3	96,7	97,2
Bore.....	3,1	»	3,0	2,8

» Ce premier travail fait partie d'un ensemble de recherches sur le bore et ses composés, recherches que nous aurons l'honneur de soumettre bientôt à l'Académie des Sciences. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau composé oxygéné du molybdène.* Note de M. E. **Péchard** ([2]).

« L'addition de quelques gouttes d'eau oxygénée à une dissolution d'un molybdate alcalin produit une coloration orangée qui persiste même quand on porte le mélange à l'ébullition.

» Cette intéressante réaction, déjà signalée par Schœne ([3]), est tellement sensible qu'elle a été indiquée par M. Denigès ([4]) comme pouvant caractériser des traces d'eau oxygénée; mais ces savants n'ont pas poussé plus loin l'étude de cette réaction.

» L'hydrate molybdique jaune $MoO^3, 2HO$, insoluble dans l'eau et dans les acides, se dissout rapidement dans l'eau oxygénée, sous l'influence d'une douce chaleur, en donnant un liquide jaune.

» Les liqueurs colorées obtenues ainsi par l'action de l'eau oxygénée sur les molybdates alcalins ou sur l'hydrate molybdique ne présentent plus la propriété caractéristique des liqueurs molybdiques, de donner en liqueur acide un précipité de phosphomolybdate d'ammoniaque.

» L'eau oxygénée a aussi une action sur les tungstates alcalins. Du paratungstate d'ammoniaque, peu soluble dans l'eau, se dissout rapidement dans l'eau oxygénée en donnant une dissolution jaune pâle.

(1) Nous donnerons ultérieurement les détails de ce procédé analytique.
(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.
(3) Schœne, *Zeitschrift anal. Chemie*, t. IX, p. 41; 1870.
(4) Denigès, *Comptes rendus*, t. CX, p. 1007; 1890.

» Une dissolution incolore de paratungstate de soude jaunit également sous l'influence de ce réactif, et dans les dissolutions ainsi obtenues les acides forts ne peuvent plus, même à chaud, mettre en liberté l'acide tungstique. J'ai commencé une étude approfondie de ces réactions et cette étude est assez avancée pour que je puisse donner ici les premiers résultats obtenus avec les molybdates.

» I. *Action de l'eau oxygénée sur le trimolybdate de potasse.* — Le trimolybdate de potasse obtenu par voie sèche se dissout difficilement dans l'eau; en présence de l'eau oxygénée la dissolution se fait rapidement et la liqueur qui en résulte est jaune orangé. Cette dissolution, concentrée à une douce chaleur, laisse déposer de beaux cristaux jaunes par refroidissement.

» Chauffés doucement dans le vide, ces cristaux abandonnent de l'eau, puis de l'oxygène et laissent un résidu blanc d'un molybdate acide de potasse. Ils ont une composition qui correspond à la formule

$$KO, 4HO, Mo^2O^7.$$

	Calculé.		Trouvé.
....	47	20	»
4HO....................	36	15,4	16,5
MO^2O^6..................	144	61,3	60,2
O..........................	8	3,3	3,1
	235	100,0	

» Ces cristaux paraissent appartenir au système triclinique.

» Ce sel de potasse est soluble dans l'eau, à chaud, et peu soluble dans l'alcool, qui le précipite de ses dissolutions aqueuses.

» II. *Action de l'eau oxygénée sur le molybdate d'ammoniaque.* — En soumettant à l'évaporation à 100° un mélange d'eau oxygénée et de molybdate d'ammoniaque ordinaire, j'ai pu préparer un sel ammoniacal analogue au sel de potasse.

» L'évaporation dans le vide sec de la liqueur précédente ainsi concentrée donne de beaux cristaux jaunes, qui sont très solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool. Chauffés modérément dans le vide, ces cristaux foisonnent et laissent dégager un mélange d'ammoniaque, d'eau et d'azote. Le résidu est de l'acide molybdique.

» En supposant pour ce sel une composition analogue à celle du sel de potasse et représentée par la formule $AzH^4O, 4HO, Mo^2O^7$, j'ai trouvé pour

le poids d'acide molybdique

Calculé.......... 2^{gr},115 Trouvé.......... 2^{gr},127

» Les cristaux ainsi obtenus paraissent clinorhombiques.

» III. *Action de l'eau oxygénée sur l'hydrate molybdique.* — La dissolution d'hydrate molybdique dans l'eau oxygénée, évaporée dans le vide sec, laisse un résidu jaune rougeâtre, non cristallisé et insoluble dans l'eau.

» Les deux sels alcalins que je viens de décrire suffisent pour caractériser un composé suroxygéné du molybdène. J'indiquerai encore quelques réactions qui confirment l'existence de ce composé par sa décomposition en présence de certains réactifs :

» 1° Les alcalis détruisent les sels que je viens de décrire avec dégagement d'oxygène. C'est pourquoi, dans leur préparation, il est nécessaire d'employer des molybdates acides.

» 2° L'acide chlorhydrique est décomposé à chaud par une dissolution de ces sels avec dégagement de chlore. L'iodure de potassium brunit rapidement dans les mêmes conditions par suite de la mise en liberté de l'iode.

» Les réactions si nettes que présentent les nouveaux sels de potasse et d'ammoniaque que je viens de décrire et leur grande stabilité permettent donc d'affirmer l'existence d'un acide suroxygéné du molybdène, l'acide hypermolybdique Mo^2O^7, Aq, dont je poursuis l'étude. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau mode de séparation du fer d'avec le cobalt et le nickel.* Note de M. **G.-A. Le Roy**, présentée par M. P. Schützenberger.

« On sait que l'une des meilleures méthodes analytiques pour doser le cobalt ou le nickel consiste à électrolyser la dissolution saline de ces métaux en un milieu alcalin ou neutre, ou même légèrement acide.

» On sait que pour ce dosage électrolytique le manganèse, qui peut se trouver mélangé au cobalt ou au nickel, ne gêne pas, puisqu'il se dépose au pôle positif, sous forme d'hydrate de peroxyde, sans entraîner de cobalt; mais qu'il n'en est pas de même du fer, que l'on doit au préalable séparer par l'une des méthodes ordinaires de précipitation. Or les méthodes de séparation du fer d'avec le cobalt ou le nickel sont longues et ennuyeuses, les séparations devant être répétées plusieurs fois.

» J'ai cherché une méthode qui permît d'effectuer la séparation du fer par l'action du courant voltaïque. C'est cette méthode que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Les métaux cobalt ou nickel, manganèse et fer (au maximum d'oxydation), sont mis en solution sulfurique. On additionne la liqueur d'une quantité aussi faible que possible d'un acide organique non volatil (j'ai de préférence employé jusqu'ici l'acide citrique). On ajoute ensuite un large excès d'une solution concentrée de sulfate d'ammonium rendue très fortement ammoniacale. Dans ces conditions, en présence de l'acide citrique, le peroxyde de fer ne se précipite pas.

» On immerge dans la solution ammoniacale des sulfates métalliques les électrodes en platine d'un appareil électrolyseur quelconque. Puis on laisse agir le courant de deux éléments Bunsen ou Poggendorff (= 300^{cc} de gaz tonnant à l'heure). Le manganèse se dépose au pôle (+); le nickel ou le cobalt se déposent avec le fer au pôle (—).

» Après dépôt complet des métaux on interrompt le courant. On enlève l'électrode négative, on lave rapidement cette électrode à l'eau distillée bouillante, puis on la porte dans une solution concentrée de sulfate d'ammonium pur sursaturé par l'ammoniaque caustique; on la relie, cette fois, au pôle (+) de la batterie. Dans la solution ammoniacale on plonge une seconde électrode en platine, préalablement tarée, que l'on met en communication avec le pôle (—). On laisse de nouveau agir le courant voltaïque (= 100^{cc} de gaz tonnant à l'heure). Dans ces conditions l'électrode, où sont déposés Co, Ni et Fe, joue le rôle d'électrode soluble; sous l'influence du courant les métaux s'oxydent; mais, tandis que l'oxyde de cobalt et de nickel se dissolvent dans la liqueur ammoniacale et vont se déposer à l'état métallique sur l'électrode négative, le fer, transformé en hydrate ferrique insoluble dans la liqueur ammoniacale, reste en partie sur l'électrode négative, et flotte en partie dans la liqueur électrolytique. Le précipité d'hydrate ferrique, formé dans ces conditions, n'entraîne pas de traces appréciables de cobalt ou de nickel, et ces métaux se déposent en totalité au pôle négatif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dyssymétrie et la création du pouvoir rotatoire dans les dérivés alcooliques du chlorure d'ammonium.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Lorsque l'on substitue à l'hydrogène dans le chlorure ammonique AzH^4Cl un nombre de radicaux alcooliques inférieur à quatre, on n'observe pas d'isoméries. Or il semble évident que, dans ce cas, si les cinq radicaux unis à l'azote (le chlore et l'hydrogène étant comptés comme radicaux) occupaient dans l'espace des positions fixes, ces positions ne pouvant être distribuées régulièrement par rapport à l'azote, il devrait exister plusieurs isomères de ces corps substitués. Ce n'est là toutefois qu'une conséquence géométrique, et, pour qu'un isomère soit réalisé, il faut qu'il satisfasse aux conditions dynamiques de l'équilibre.

» Dans le cas de trois radicaux alcooliques substitués, pour s'expliquer l'absence des isomères on peut faire deux hypothèses : ou qu'un seul des isomères prévus géométriquement soit stable et possède une forme invariable; ou qu'il puisse se faire des permutations entre quelques-uns des radicaux unis à l'azote, l'effet de ces permutations réciproques et continuelles étant évidemment de faire disparaître toute isomérie expérimentalement réalisable.

» Pour trancher la question, j'ai fait agir les moisissures sur le chlorhydrate de méthyléthylpropylamine, qui, si les radicaux sont fixes, devrait être dédoublable en deux isomères doués du pouvoir rotatoire d'après les considérations que j'ai présentées autrefois sur la dyssymétrie moléculaire. Deux cultures, faites sur des quantités importantes, ne m'ont pas donné le pouvoir rotatoire que je cherchais. Il résulte de là qu'il y a lieu d'admettre que, dans ce cas, certains radicaux permutent entre eux, chose qui se réalise même dans la série grasse, par exemple quand on chauffe vers 300° l'amylate de sodium pour le rendre inactif.

» J'ai établi, dans un Mémoire inséré au *Bulletin de la Société chimique*, t. II, p. 788 (1890), que, lorsque la molécule possède une forme géométrique invariable, cela est dû aux répulsions qui s'exercent entre ses parties constituantes, ces forces répulsives étant les mêmes que celles qui empêchent les gaz sous haute pression de se comprimer suivant la loi de Mariotte. Ces nouvelles considérations font prévoir que les choses vont changer de face dans le chlorure ammonique, lorsqu'on y substituera des radicaux plus élevés de la série alcoolique, parce que les sphères répul-

sives de plus en plus grandes arriveront à se toucher. A ce moment, les sphères de ces radicaux venant pour ainsi dire à se coller entre elles, les permutations deviendront difficiles ou impossibles et la forme géométrique acquerra sa fixité.

» Cette conséquence théorique paraît réalisée dans le chlorure de triméthylisobutylammonium, qui présente, en effet, deux isomères, ainsi que je l'ai annoncé l'année dernière dans ce Recueil. L'existence de ces deux isomères prouve que la molécule possède dans ce cas une forme géométrique fixe; mais nous avons vu plus haut que la réciproque n'est pas exacte et qu'il n'est pas forcé que les isomères existent tous à l'état stable. Nous n'avons d'ailleurs aucun procédé certain de les préparer.

» Pour établir ces conséquences de la théorie par de nouvelles preuves, au lieu de chercher au hasard à préparer d'autres isomères avec les termes suivants de la série, j'ai préféré vérifier l'absence de permutations en démontrant que ces corps peuvent être rendus actifs; le pouvoir rotatoire devait, en effet, s'observer sur un corps à quatre radicaux différents, à la condition qu'on choisisse ces radicaux plus élevés dans la série que ceux du triméthylisobutylammonium.

» Ayant préparé le chlorure d'isobutylpropyléthylméthylammonium (les radicaux sont ici nommés dans l'ordre de leur introduction dans la molécule), j'ai obtenu, en effet, par les moisissures, deux préparations qui, telles quelles, avaient déjà des pouvoirs de $-30'$ et $-25'$ et dont le pouvoir rotatoire spécifique, déduit des observations sur des solutions concentrées, dépasse -7° et -8°. Ces chiffres considérables ne laissent aucun doute sur l'activité du sel, dont, après l'action des moisissures, on a analysé le chloroplatinate et le chloraurate. De plus, les impuretés, ou les produits d'altération par le microbe, ne pouraient être que des corps à deux radicaux égaux qui sont inactifs, comme on le verra plus loin.

» Il était à prévoir que la stabilité de ce corps actif serait seulement un peu plus grande que celle des deux isomères triméthylisobutyliques, puisqu'elle dépend de la grandeur des radicaux et que le corps actif n'en renferme que deux plus grands (l'éthyle et le propyle qui remplacent deux méthyles). C'est ce que l'on observe en effet : le sel actif se conserve bien, il supporte la dessiccation et une certaine température à condition d'être neutre. On a pu le transformer en acétate actif par l'acétate d'argent, mais pas en sulfate actif. Je n'ai pas non plus réussi à préparer le sulfate actif par les moisissures. Le pouvoir disparaît encore quand on traite le chloromercurate et le chloroplatinate par l'hydrogène sulfuré, pour régé-

nérer le chlorure de la base; avec le chloraurate, il reste un pouvoir très faible. Ces faits s'expliquent par l'action de l'acide chlorhydrique mis en liberté, qui suffit pour altérer le pouvoir rotatoire, ainsi que je m'en suis assuré directement.

» J'ajoute que, dans la dernière condition il apparaissait un pouvoir dextrogyre assez notable, peut-être dû à l'existence d'un second isomère actif, chimiquement distinct du premier. La théorie géométrique prévoit en effet, au moins, quatre de ces isomères ([1]).

» Enfin, lorsque deux radicaux deviennent égaux, la théorie géométrique indique l'existence d'isomères actifs et celle d'isomères inactifs. J'ai préparé et fait moisir les solutions des quatre sels suivants : le chlorure d'éthylpropyldiméthylammonium, celui d'éthyldipropylméthylammonium, celui d'éthyldipropylisobutylammonium et d'éthylpropyldiisobutylammonium; tous sont restés inactifs, ou bien ont donné des chiffres très faibles. Ici on pourrait avoir comme impuretés des corps actifs à quatre radicaux différents, on ne peut donc affirmer la présence des isomères actifs; en tout cas, ils ne forment, s'ils existent, qu'une faible fraction de la masse du produit.

» En résumé, quand on substitue dans le chlorure d'ammonium quatre radicaux alcooliques suffisamment élevés dans la série, la molécule paraît atteindre une forme géométrique invariable, qui se traduit expérimentalement par l'existence de plusieurs isomères et l'apparition du pouvoir rotatoire lorsque ces quatre radicaux sont différents. Quant aux dérivés renfermant deux radicaux égaux, ils nous paraissent prendre la forme de l'isomère inactif indédoublable ([2]). »

([1]) L'une des formules possibles du chlorure ammonique est $AzH(H^3Cl)$, l'autre est $AzH^2(H^2Cl)$, formules où les atomes d'hydrogène groupés seraient chimiquement équivalents; elles conduisent pour quatre radicaux différents l'une à quatre, l'autre à six isomères actifs; l'expérience tranchera un jour entre les deux. Pour le moment nous savons seulement qu'il faut rejeter la formule de M. Ladenburg, $AzH^3(HCl)$, qui conduit à des conséquences inexactes.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. A. Gautier, à l'École de Médecine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés nitrés de l'ortho-anisidine diméthylée.* Note de MM. E. GRIMAUX et L. LEFÈVRE, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Communication récente à l'Académie, l'un de nous (¹) a montré la différence de réactions que présentent l'ortho-anisidine diméthylée et son isomère, la méta-anisidine diméthylée au point de vue de la formation des matières colorantes, et indiqué ainsi l'influence de la position des groupes oxyalcoylés sur les propriétés des deux bases isomériques

$$C^6H^4\begin{cases}Az(CH^3)^2\\OCH^3\end{cases}.$$

» Il nous a paru intéressant d'étudier ces deux bases au point de vue de la formation des dérivés nitrés. Ce premier travail comprend la description de quelques dérivés nitrés de l'ortho-anisidine diméthylée.

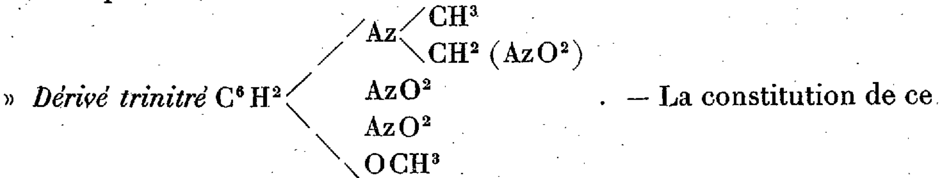
» *Dérivé mononitré* $C^6H^3\begin{cases}Az(CH^3)^2\\AzO^2\\OCH^3\end{cases}$ $[(AzCH^3)^2, AzO^2, OCH^3, 1, 4, 6]$. — On l'obtient dans diverses circonstances. Quand on ajoute, peu à peu, 1 partie de la base à 6 parties d'acide azotique fumant, placé dans un mélange réfrigérant et qu'on précipite après une demi-heure par l'eau glacée, on sépare d'abord un corps jaune rougeâtre fondant vers 170°, qui paraît être un dérivé dinitré, mais qui n'a pas été encore obtenu à l'état de pureté absolue; puis, en neutralisant les eaux mères par le carbonate de soude, on obtient un précipité que l'on sépare par agitation avec l'éther. Celui-ci abandonne un liquide huileux, qui se solidifie après vingt-quatre heures, et qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool bouillant. Mais le meilleur procédé pour obtenir ce corps consiste à traiter la base en solution sulfurique par l'azotite de sodium en excès. On dissout 1 partie de la base dans 2 parties d'acide sulfurique étendu de 10 parties d'eau, et l'on ajoute, peu à peu, 3,2 parties d'azotite de sodium dans 60 parties d'eau. Le liquide se remplit d'une masse de petits cristaux jaunes que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool bouillant.

» Le dérivé mononitré se présente sous l'aspect de longues aiguilles très fines, d'un jaune citron, fusibles à 99°; il est facilement soluble dans l'alcool bouillant, très peu soluble dans l'alcool froid.

(¹) *Comptes rendus*, janvier 1891.

» Par réduction au moyen du zinc et de l'acide chlorhydrique, il donne une base cristallisable, en fines aiguilles incolores, se colorant rapidement à l'air en rose, fondant à 83°, et sur laquelle nous reviendrons dans une prochaine Communication.

» Chauffé pendant cinq minutes à l'ébullition avec 20 pour 100 de son poids d'acide nitrique ordinaire, il donne un corps fusible à 118-119, qui constitue une nitrosamine nitrée de l'ortho-anisidine diméthylée que nous décrivons plus loin.



» *Dérivé trinitré* $C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} Az \left\{ \begin{array}{l} CH^3 \\ CH^2(AzO^2) \end{array} \right. \\ AzO^2 \\ AzO^2 \\ OCH^3 \end{array} \right.$. — La constitution de ce corps est indiquée par ses dédoublements. On l'obtient en chauffant l'ortho-anisidine diméthylé avec de l'acide azotique ordinaire, jusqu'à apparition de vapeurs nitreuses, et précipitant immédiatement par l'eau. Purifié par des recristallisations dans l'alcool bouillant, il se sépare sous la forme de prismes groupés en feuilles de fougère, assez volumineux, incolores, fusibles à 135°, solubles dans l'alcool bouillant, peu solubles dans l'alcool froid. Les analyses conduisent à la formule d'un dérivé trinitré; mais l'action de la potasse prouve que deux groupes AzO^2 seulement se trouvent dans le noyau benzénique. En effet, quand on le fait bouillir une heure ou deux heures avec une solution aqueuse de potasse à 10 pour 100, il dégage des vapeurs alcalines et il se fait du dinitrogaïacol $C^6H^2(OCH^3)(OH)(AzO^2)^2$, fusible à 121°-122°.

» Ce dédoublement indique en même temps la position des groupes AzO^2 dans le noyau; M. von Romburgh ayant montré, en effet, que les dérivés di-ortho ou ortho et para des acides aromatiques sont les seuls qui se transforment en phénols par l'action de la potasse, nous devons admettre pour le dérivé trinitré de l'ortho-anisidine diméthylée la formule de constitution suivante :

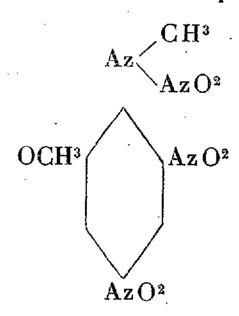
Az(CH³)(CH²(AzO²))
CH³O — [noyau benzénique] — AzO²
AzO²

» Si l'on fait bouillir ce dérivé avec de l'acide azotique ordinaire jusqu'à cessation de vapeurs nitreuses, on le transforme en dérivé trinitré de l'ortho-anisidine monométhylée.

» *Dérivé trinitré de l'ortho-anisidine monométhylée* $C^6H^2 \left\langle \begin{array}{l} Az \left\langle \begin{array}{l} CH^3 \\ AzO^2 \end{array} \right. \\ AzO^2 \\ AzO^2 \\ OCH^3 \end{array} \right.$. — C'est le dérivé ultime de l'orthoanisidine diméthylée par l'action de l'acide azotique. On l'obtient en faisant bouillir avec l'acide azotique ordinaire (15 à 20 parties), jusqu'à cessation de vapeurs nitreuses, soit l'ortho-anisidine diméthylée, soit le dérivé mononitré fusible à 99°, soit le dérivé trinitré fusible à 135°. Il se produit également quand on laisse en contact, à 0°, l'orthoanisidine diméthylée pendant plusieurs heures avec l'acide azotique fumant. On précipite par l'eau et on lave le précipité avec un peu d'éther, dans lequel il est très peu soluble; on le fait recristalliser dans 10 fois son poids d'alcool bouillant. Il forme des lamelles incolores ou un peu ambrées, fusibles à 118°-119°. Peu soluble dans l'éther et dans l'alcool froid, soluble dans environ 8 fois son poids d'alcool bouillant, il est très soluble dans l'acétone, qui, par évaporation lente, l'abandonne sous forme de tables rhomboédriques assez volumineuses.

» Chauffé pendant deux ou trois heures avec une solution à 10 pour 100 de potasse, il dégage des vapeurs alcalines et se convertit quantitativement en dinitrogaïacol, fusible à 121°-122°.

» L'analyse et le dédoublement de ce corps lui assignent la formule



c'est-à-dire en font une nitramine dinitrée de l'ortho-anisidine monométhylée; comme ce corps se produit aussi avec le dérivé mononitré de l'ortho-anisidine diméthylée, la constitution de ce dérivé mononitré se trouve établie, ainsi que la constitution encore inconnue du dinitrogaïacol.

» Ces recherches prouvent en même temps que, dans l'action de l'acide

azotique sur l'ortho-anisidine diméthylée, c'est le groupe $Az(CH^3)^2$ qui influe sur la position des groupes AzO^2, qui se placent en *ortho* et en *para* comme dans les dérivés nitrés de la diméthylaniline. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation pyrogénée des camphosulfophénols en homologues du phénol ordinaire.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons démontré, dans les camphosulfophénols, l'existence des groupes SO^3H, puis SO^2 et, enfin, des groupes OH phénoliques ([1]). En traitant ces corps en solution sulfurique lors de leur préparation par le carbonate de baryte, on ne sature que les groupes SO^3H; on laisse libres les groupes phénoliques.

» Ce sont ces sels de baryte que nous avons soumis à la distillation sèche, en opérant sur le mélange des cinq corps précédemment isolés et décrits ([2]). Il se dégage des gaz, de l'eau, du soufre, quelques hydrocarbures et, enfin, une forte proportion d'homologues du phénol ordinaire.

» Nous avons caractérisé parmi lez gaz : l'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux, l'acide carbonique, le méthane et probablement le propylène ou le propane.

» Le liquide distillé a été traité par la soude pour séparer les phénols des hydrocarbures condensés, parmi lesquels nous avons constaté, en petite quantité, un corps présentant absolument l'odeur du paracymène.

» Ces hydrocarbures sont en très faibles proportions.

» Le liquide sodique, traité par le noir animal, filtré, puis précipité par l'acide sulfurique, a été agité avec de l'éther. Ce dernier, évaporé doucement, a abandonné les phénols que nous avons soumis à la distillation fractionnée. Le rendement est élevé : nous avons opéré sur une centaine de grammes de produit provenant de 400^{gr} environ de camphosulfophénol barytique.

» La distillation a commencé à 190°. Nous avons recueilli les produits de 5° en 5° jusqu'à 235°, point où le thermomètre s'arrête brusquement. Il reste un faible résidu visqueux, bouillant de 250°-300°.

» Les parties bouillant de 190°-210°, soumises à un froid de — 15°, donnent une cristallisation abondante. Le corps, purifié par expression et nou-

---

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. IV, p. 715.

([2]) *Loc. cit.*

velle cristallisation, fond exactement à 31° et bout à 186°. Il présente tous les caractères de l'orthocrésol. Le point de fusion exact que nous avons obtenu éloigne toute idée de mélange avec le paracrésol qui fond à 36°.

» La partie liquide, séparée par une aire en plâtre des cristaux d'orthocrésol, puis isolée du plâtre par l'éther, bout à 200°-205°. C'est là du métacrésol légèrement impur, lequel fond à 201°. L'analyse élémentaire donne des chiffres sensiblement satisfaisants.

» Les crésols obtenus colorent en violet le perchlorure de fer; mais la teinte se modifie peu à peu et tourne au vert sale. Une impureté, peut-être de nature thionique, que nous n'avons pas pu préciser, faute de matière, est sans doute cause de cette réaction secondaire.

» Ajoutons que, dans ces premières portions, nous n'avons pas constaté traces de phénol ordinaire. Les portions bouillant de 210°-235° n'ont pu être solidifiées à − 15°, puis à − 40°.

» L'analyse élémentaire de ces portions concorde avec un mélange de crésols et de propylphénols, puis de propylphénols et de cymophénols. Ces produits augmentent de viscosité à mesure que le point d'ébullition s'élève. Rectifiés, ils sont sensiblement incolores et peu altérables à l'air et à la lumière. Le perchlorure de fer les colore légèrement en vert.

» Faute de matière, nous n'avons pu caractériser davantage ces corps par l'étude des dérivés. Nous ne croyons toutefois à la présence ni du thymol, ni du carvacrol, ni du carvol. Nous n'avons pu obtenir la combinaison sulfhydrique de ce dernier, cependant assez caractéristique.

» La théorie prévoit dix cas d'isomérie pour les cymophénols et autant pour les isocymophénols. Les considérations de stéréochimie en admettraient bien davantage. Sans aucun doute, les corps obtenus constituent quelques-uns de ces isomères, dont l'étude, aussi ardue que celle des composés de la créosote, nécessiterait beaucoup de matière.

» L'acide chlorhydrique concentré, chauffé pendant quatre heures, à 130°, avec ces phénols, n'a pas donné traces de chlorure de méthyle ou autres chlorures alcooliques. Il n'y a pas lieu de soupçonner dans ces phénols des éthers méthyliques ou autres.

» Soit l'analyse élémentaire, soit le peu d'altération de ces corps à l'air et à la lumière de ces phénols pyrogénés éloignent l'hypothèse de polyphénols. Ce fait a son importance au point de vue de la constitution des camphosulfophénols.

» Ce passage des phénols de la série camphénique à la série aromatique proprement dite, bien qu'effectué dans une réaction pyrogénée, nous

semble avoir un réel intérêt. La forte proportion de phénols obtenus, soit 25 pour 100 environ, est en relation avec un mode de décomposition relativement simple et des modifications moléculaires peu profondes. Il ne faut pas oublier que les $\begin{matrix} -SO^3 \\ -SO^3 \end{matrix}\rangle Ba$ restés comme résidu à l'état de SO^4Ba représentaient un poids notable de la matière chauffée.

» Les hydrogènes en excès du noyau camphénique ont donné de l'hydrogène sulfuré et de l'eau aux dépens de SO^2 et du CO du camphre. Des équations simples peuvent, en somme, exprimer la transformation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le térébenthène.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Gustavson a montré que le brome en excès agissant sur le cymène à 0° et en présence du bromure d'aluminium le décompose quantitativement en toluène pentabromé et en bromure d'isopropyle. Il m'a semblé intéressant de rechercher si le térébenthène, que l'on regarde quelquefois comme un hydrocymène, serait dédoublé de la même manière avec mise en liberté de bromure d'isopropyle. J'ai d'abord étudié l'action du chlorure d'aluminium sur l'essence de térébenthine soigneusement rectifiée, afin de déterminer les modifications que ce réactif pouvait faire subir à cet hydrocarbure.

» I. *Action du chlorure d'aluminium sur le térébenthène.* — *a.* Quand on projette du chlorure d'aluminium anhydre dans de l'essence de térébenthine froide, on constate simplement une légère élévation de température, sans autre réaction apparente, même après deux heures de contact. Mais si l'on chauffe légèrement ce mélange ou qu'on y ajoute quelques gouttes de benzine, une réaction très violente se produit, et le térébenthène est transformé en produits goudronneux. J'ai pu en extraire du cymène et du toluène. D'autres carbures benzéniques prennent aussi naissance, mais en petite quantité.

» *b.* Ces résultats étant peu satisfaisants, j'ai alors dissous le térébenthène dans le sulfure de carbone, comme le recommandent MM. Friedel et Craft, pour les cas où le chlorure d'aluminium exerce une action trop énergique sur les produits en présence.

» On introduit par petites portions le réactif, le carbure dissous, dans trois fois son volume de sulfure de carbone et l'on agite vivement le mé-

lange. On observe une réaction énergique, accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable. On la conduit modérément par des additions successives de chlorure d'aluminium et en ayant soin de refroidir, afin d'éviter que le sulfure de carbone distille. On constate bientôt que, par de nouvelles additions de chlorure, le liquide ne s'échauffe plus que faiblement et qu'il s'est formé au fond du ballon un amas solide, rouge-sang. On arrête l'opération.

» Les produits de la réaction sont traités par l'eau, afin d'éliminer le chlorure d'aluminium; l'eau est décantée et le liquide huileux est lavé avec une lessive de soude, puis agité avec de l'eau. On le soumet ensuite à des distillations fractionnées, après avoir éliminé le sulfure de carbone. On obtient comme produits principaux :

» Un liquide, le métatérébenthène de M. Berthelot;

» Un solide, le tétratérébenthène de M. Riban.

» Il se forme aussi du cymène, du colophène et d'autres carbures, mais en quantités moindres.

» On voit que le chlorure d'aluminium polymérise l'essence de térébenthine; il y a en même temps formation de cymène et de divers autres hydrocarbures. La réaction est du reste identique à celle observée par M. Riban avec le chlorure d'antimoine.

» II. *Action du brome en présence du chlorure d'aluminium sur le térébenthène.* — Dans une solution de brome dans le sulfure de carbone (1 vol. de Br pour 3 vol. CS^2) refroidie au-dessous de 0° et tenant en suspension du chlorure d'aluminium anhydre, on fait tomber goutte à goutte de l'essence de térébenthine. Il y a une réaction énergique et dégagement d'acide bromhydrique. On ajoute ainsi 136^{gr} de $C^{20}H^{16}$ pour 800^{gr} de Br, puis on laisse en contact jusqu'à cessation du dégagement de HBr, ce qui exige plusieurs heures. Les produits de la réaction sont traités par l'eau, puis par une lessive de soude, et distillés après un nouveau lavage à l'eau et élimination du sulfure de carbone. On obtient une petite quantité de bromure d'isopropyle, variable suivant les expériences, et une huile bromée, lourde, à l'aspect goudronneux, se décomposant en dégageant de l'acide bromhydrique quand on veut la distiller : c'est un mélange de divers corps résultant de l'action du brome sur les polymères du térébenthène.

» Le térébenthène, sous l'influence du brome et du chlorure d'aluminium, n'a pas été dédoublé en bromure d'isopropyle et en un dérivé bromé du toluène. Si ce dédoublement avait eu lieu, on aurait obtenu 123^{gr} de C^6H^7Br au lieu de 3^{gr}. Le bromure d'isopropyle formé provient de l'action

du brome et du chlorure d'aluminium sur le cymène qui a pris naissance pendant la transformation du térébenthène en polymères. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le malonate d'éthyle et le malonate double d'éthyle et de potassium* ([1]). Note de M. G. MASSOL.

« Hoff (*Ber.*, t. VII, p. 1571) et Freund (*Ber.*, t. XVII, p. 780) signalent l'éthylmalonate de potasse obtenu par la saponification du malonate neutre d'éthyle avec la potasse en solution alcoolique, mais aucun d'eux ne parle de l'acide correspondant.

» Aussi instable que son homologue, l'acide éthyloxalique, le malonate acide d'éthyle se saponifie avec la plus grande facilité, notamment sans la plus légère élévation de température; aussi est-il impossible d'évaporer au bain-marie les solutions aqueuses de cet acide éther.

» J'ai pu l'isoler en traitant la solution aqueuse du sel potassique par la quantité d'acide sulfurique exactement nécessaire, évaporant dans le vide à la température ordinaire en présence d'acide sulfurique et épuisant le résidu par l'éther.

» La solution éthérée est d'abord distillée, puis abandonnée à l'évaporation spontanée; il se sépare quelques cristaux d'acide malonique provenant d'une saponification partielle; je les sépare par décantation et le produit est finalement abandonné quelque temps sous cloche en présence d'acide sulfurique.

» J'obtiens ainsi un liquide légèrement sirupeux, d'une odeur faible et aromatique, très soluble dans les dissolvants ordinaires.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

» I. Acidité évaluée en acide malonique :

Trouvé.	Calculé pour l'acide anhydre.
38,85	39,3

» II. Analyse élémentaire :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone.......	45,80	45,45
Hydrogène.....	6,12	6,06

([1]) J'emploie de préférence la dénomination de malonate acide d'éthyle pour désigner le produit $CO.OH\text{-}CH^2\text{-}CO\,OC^2H^5$ et le différencier de son isomère l'acide éthylmalonique $CO\,OH\text{-}CH(C^2H^5)\text{-}CO\,OH$.

» La densité à 0° est de 1,201.

» L'indice de réfraction à 22° est pour la lumière blanche 1,333 et pour la lumière jaune du sodium 1,337.

» La dissolution dans l'eau s'accompagne d'un léger dégagement de chaleur :

$C^3H^3(C^2H^5)O^4$ (pur = 6^{lit}) + Aq. = acide diss........................ + 0^{Cal},60

» La neutralisation par la potasse dégage + 13^{Cal},45 :

$C^3H^3(C^2H^5)O^4$ (pur = 6^{lit}) + KOH (pur = 2^{lit}) = $C^3H^2K(C^2H^5)O^4$ diss. + 13^{Cal},45

quantité qui diffère peu de celle fournie par la neutralisation du malonate acide de potasse

$C^3H^3KO^4$ (pur = 6^{lit}) + KOH (pur = 2^{lit}) = $C^3H^2K^2O^4$ diss............ + 13^{Cal},95

» III. On obtient le malonate d'éthyle et de potassium en évaporant la solution de malonate acide d'éthyle exactement neutralisée par la potasse. Le sel cristallise en belles lames incolores, anhydres.

	Trouvé moy. de 4 échant.	Calculé pour $C^3H^2K(C^2H^5)O^4$.
Potasse........	28,18	27,64

» Il est très soluble dans l'eau ; sa chaleur de dissolution (pur, dans 8^{lit}) est de − 0^{Cal},65, très différente de celles du malonate acide de potasse anhydre (− 5^{Cal},11) et du malonate de potasse neutre anhydre (+ 2^{Cal},1).

Ces diverses données ont permis de calculer la chaleur de formation à partir de l'acide anhydre (liquide) et de la base hydratée solide

$C^3H^3(C^2H^5)O^4$ liq + KOH sol = $C^3H^2K(C^2H^5)O^4$ sol + H^2O sol....... + 28^{Cal},6

nombre peu différent de celui que j'ai déjà publié pour la chaleur de formation du malonate acide de potasse,

$C^3H^4O^4$ sol + KOH sol = $C^3H^3KO^4$ sol + H^2O sol.................... + 27^{Cal},5

mais notablement supérieur à la chaleur de formation du malonate neutre de potasse, à partir du malonate acide anhydre

$C^3H^3KO^4$ sol + KOH sol = $C^3H^2K^2O^4$ sol + H^2O sol.................. + 20^{Cal},7

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Des micro-organismes que l'on rencontre sur les raisins mûrs et de leur développement pendant la fermentation.* Note de MM. V. Martinand et M. Rietsch.

« Pour nous rendre compte de la nature et du nombre des micro-organismes à la surface des raisins, nous avons d'abord, suivant le procédé employé par Pasteur ([1]), introduit des grains isolés dans des tubes à essai contenant un liquide sucré, stérilisé, et nous avons observé pendant plusieurs jours :

» Pour les raisins de Fleurie, Pouilly blanc, Volney, Montrachet, Aloxe, Corton, Clos-Vougeot, Chambertin, Folle blanche de Saujon et une espèce commune du Midi, tous les tubes se sont remplis de moisissures sans fermenter. Pour trois espèces communes (sur 10) du midi de la France et de l'Algérie, trois lots des Côtes rôties, la Chapelle de Guinchay, Chenas, Thorins, Bordeaux, Cabernet-Sauvignon, tous les tubes au contraire ont fermenté. Pour d'autres lots les tubes à moisissures seulement et sans fermentation ont varié dans la proportion de 20 à 80 pour 100, tandis que le reste des tubes fermentait. Enfin dans l'ensemble de nos essais les 6 centièmes des tubes sont restés simplement limpides ([2]).

» Le liquide sucré en fermentation a été ensemencé sur plaques dans un certain nombre de cas; pour chaque cas plusieurs colonies prélevées méthodiquement ont été transportées sur agar et soumises à une étude ultérieure. On a constaté ainsi que 5 tubes ensemencés avec des raisins communs (sur 8 examinés) ne contenaient guère à ce moment que des *Saccharomyces apiculatus;* même résultat pour les tubes de Côtes rôties, d'Aloxe et de Bordeaux soumis à ce contrôle. Trois tubes de raisins communs n'ont donné que 20 pour 100 environ de *S. ellipsoïdeus*, le reste étant formé surtout par des mycodermes et des *S. apiculatus*.

» Nous avons cherché à déterminer approximativement le nombre des micro-organismes existant sur la pellicule des raisins et susceptibles de se développer en milieu acide. Pour cela une fraction de grappe exactement pesée a été lavée à plusieurs reprises avec de l'eau et un pinceau stérilisés; 1^{cm} ou quelques centimètres cubes des eaux de lavage diluées sont ense-

---

([1]) *Études sur la bière.*

([2]) Voir les résultats obtenus par Pasteur dans *Études sur la bière.*

mencées sur plaques dans du malt gélatinisé; on compte les colonies et l'on rapporte leur nombre à 1gr de raisin. On a trouvé, pour un raisin d'Algérie, 4320000 colonies; toutes celles examinées étaient dues à l'*apiculatus;* point de moisissures. Un raisin des Côtes rôties a donné 280000 colonies de moisissures et 192000 d'*apiculatus;* le pouilly 1300 moisissures et 170 autres colonies diverses; le corton-bressende 640000 moisissures et 1440000 diverses; le bordeaux 90000 moisissures et 20000 diverses; un raisin du marché de Marseille 4000 moisissures et 190000 de levures et mycodermes; un autre de même provenance 68000 moisissures et seulement 200 autres colonies; la folle-blanche 128000 moisissures et pas d'autres colonies.

» Nous avons encore abandonné à la fermentation divers lots de raisins écrasés; après vingt-quatre heures, le liquide a été ensemencé sur plaques. Pour vingt lots de divers crus du Beaujolais, de la Bourgogne, du Bordelais, de la Charente, des Côtes rôties, les colonies en gélatine n'étaient guère formées que par des moisissures et des *apiculatus;* ce n'est qu'à l'aide d'ensemencements répétés que l'on réussissait à trouver quelques colonies de *S. ellipsoideus*.

» Nous avons alors sur 4 lots suivi la marche de la fermentation pendant plusieurs jours, en faisant toutes les vingt-quatre heures un ensemencement sur plaques. Après soixante-douze heures, le meursault n'a donné que des *apiculatus;* après quatre-vingt-seize heures, un mycoderme particulier tient presque toute la place; après cent vingt heures, ce sont de nouveau les *apiculatus* qui prédominent; après cent quarante-quatre et cent soixante-huit heures, les *S. ellipsoideus* se montrent enfin en majorité. Pour la romanée-conti le début est le même; après soixante-douze heures seulement, les *S. ellipsoïdeus* se montrent à côté des *apiculatus;* mais ceux-ci persistent nombreux jusqu'à la fin de la fermentation (cent soixante-huit heures). Un lot de Belmont (Ain) ne donne, après soixante-douze heures, que des *apiculatus* qui se maintiennent encore jusqu'à la fin; les *ellipsoideus* apparaissent seulement au bout de quatre-vingt-seize heures. Le quatrième lot du marché de Marseille n'a fourni que des *apiculatus* pendant toute la fermentation et même après un mois (vin très doux et peu alcoolique).

» Le même procédé a été employé encore pour des lies quarante à cinquante jours après la fermentation. Les plaques de la Chapelle de Guinchay ont été envahies par les moisissures; de même celles de Pierry (Champagne) qui prirent de plus une forte odeur acétique. Même odeur pour les plaques de Verrenay et Romont (Champagne) et de Moulin-à-Vent;

l'absence de moisissures permet ici de distinguer de nombreuses colonies bacillaires. Dans les plaques de Vollraths, de Markobrunn (Rhin), 80 pour 100 au moins des colonies sout dues à l'*apiculatus;* dans celles de Johannisberg 25 pour 100. L'*apiculatus* se retrouve encore dans des proportions un peu moindres sur les plaques de Moussy, Bouzy, Chouilly, Ay, Hautevilliers (Champagne).

» Les lies que nous avons examinées après deux mois ont montré une meilleure composition; les moisissures, les ferments acétiques, les *apiculatus* tenaient moins de place dans les lies des Charentes, de Ribeauvillé (Alsace) et des crus du Rhin précités. Deux lies de Bourgogne (Volnay et Santenay) de 1889, examinées neuf mois après les vendanges, n'ont donné qu'un nombre relativement faible de microbes vivants, constitués surtout par des *S. ellipsoideus,* avec une quantité non négligeable de ferment acétique; une macération stérilisée de raisins secs ensemencés directement avec ces lies s'est transformée en vinaigre dans un quart des matras.

» En résumé, les microbes susceptibles de se développer en milieu acide (les seuls qui soient intéressants au point de vue de la vinification) existent en nombre très variable à la surface des raisins. Les moisissures et les *S. apiculatus* sont bien plus répandus que les *S. ellipsoideus;* les bacilles fabriquant des acides et des mycodermes ne sont pas rares. La fermentation spontanée des raisins est ordinairement produite pendant les quarante-huit premières heures par les *S. apiculatus* ([1]), qui cèdent ensuite successivement la place aux *ellipsoideus*, sans cependant disparaître complètement. Les bactéries et les mycodermes se rencontrent non seulement au début de la fermentation, mais encore dans les lies, ce qui porte à croire qu'il y a lieu de chercher, souvent au moins, l'origine des maladies du vin sur la pellicule des raisins plutôt que dans une contamination ultérieure par l'air ou par les récipients. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Contributions à l'étude de la théorie du blanchiment à l'air.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine**, présentée par M. Duclaux.

« Beaucoup de produits organiques naturels sont, à l'état brut, plus ou moins colorés; telles sont, par exemple, les fibres textiles, les matières grasses, etc.

([1]) Ce fait avait déjà été entrevu par Ress (*Alkoholgährungspilze,* 1870.)

» Les matières colorantes n'existent souvent dans ces produits qu'à l'état de traces; on n'a pas pu jusqu'à présent les isoler à l'état de pureté et leur composition n'est pas connue; on sait cependant que généralement elles sont assez fugaces et facilement détruites par une simple exposition à l'air et à la lumière. On profite de cette propriété pour décolorer certains produits organiques : le lin, la cire, etc.

» Nous avons eu l'occasion d'étudier le blanchiment à l'air de la cire des abeilles et nous avons observé certains faits qui pourront contribuer à l'établissement de la théorie du phénomène; c'est pourquoi nous croyons devoir les signaler.

» La cire des abeilles est décolorée comme on blanchissait autrefois les toiles sur le pré; on la coule en copeaux et ceux-ci sont exposés à l'air, sur des claies, à la campagne, et autant que possible au soleil.

» Pour que la décoloration se fasse rapidement, il faut à la fois l'action de l'air et de la lumière; c'est sous l'influence directe des rayons du soleil que le blanchiment se fait le mieux. L'opération nécessite, en tout cas, la lumière. Si, en effet, on place de la cire jaune en copeaux dans un flacon tenu à l'obscurité, dans lequel circule de l'air, la cire ne se décolore pas. Il en est de même si l'on remplace l'air par un courant d'oxygène pur; même après plusieurs mois, on n'observe aucun changement dans la teinte du produit. Mais, si l'on fait intervenir la lumière, et principalement les rayons directs du soleil, le blanchiment se fait très rapidement, surtout dans l'oxygène.

» Dans le blanchiment des toiles sur le pré on attribue généralement le principal rôle à l'ozone; on admet qu'il est l'agent actif du blanchiment et que, sous son influence, les matières colorantes subissent une combustion totale, tandis que le produit qu'elles souillent, toujours beaucoup plus stable, reste intact dans ces conditions. Nous avons voulu vérifier le fait sur la cire.

» Pour cela, nous avons fait passer un courant d'oxygène fortement ozoné, tel qu'on l'obtient par l'appareil à effluves de M. Berthelot, dans un flacon tubulé, contenant de la cire jaune coulée en copeaux, avec toutes les précautions nécessaires pour éviter la décomposition de l'ozone avant son arrivée sur la cire. Dans l'obscurité, il n'y a pas destruction de la matière colorante, même après un contact prolongé de la cire avec l'oxygène ozoné; mais, si l'on vient à mettre le flacon au soleil, la réaction est très rapide et le blanchiment est obtenu en quelques heures.

» Ce n'est donc pas, comme on l'admettait jusqu'à présent, simplement

l'ozone qui effectue la combustion de la matière colorante; de même que l'oxygène pur ou l'oxygène de l'air, il ne devient actif, c'est-à-dire apte à produire cette combustion qu'en présence des rayons solaires.

» Pour que la décoloration se fasse rapidement, il faut à la fois l'oxygène de l'air et le soleil; mais l'air n'est pas absolument nécessaire : le phénomène peut s'accomplir sans qu'il intervienne.

» Bien exposée à l'action des rayons solaires, la cire, en effet, se décolore, beaucoup plus lentement, il est vrai, dans le vide et aussi dans l'acide carbonique et l'azote.

» Si l'on détermine comparativement la composition d'une cire brute et celle de la même cire blanche à l'air et à la lumière, on constate, outre la disparition des matières colorantes, certaines modifications dans la composition du produit. Les matières colorantes ne sont donc pas seules attaquées et détruites. Dans la cire blanchie, les acides libres n'augmentent que très peu; mais une forte proportion des acides non saturés de la série oléique et des hydrocarbures non saturés que renferme la cire brute disparaît.

» Il en résulte que, dans le blanchiment à l'air, outre la matière colorante qui subit une combustion totale, les principes non saturés de la cire, les acides de la série oléique et les hydrocarbures fixent de l'oxygène pour donner des composés saturés. Ce sont, du reste, ces produits qui, on va le voir, en s'oxydant entraînent la combustion de la matière colorante.

» On observe les mêmes modifications sur toutes les matières grasses exposées à l'air; ce sont d'abord les principes colorants et odorants, c'est-à-dire les composés les plus fugaces, qui disparaissent en même temps qu'une forte proportion de l'acide oléique qu'ils renferment; celui-ci passe à l'état d'acide oxystéarique.

» Dans la pratique on blanchit rarement la cire jaune pure. Avant de la couler en copeaux on ajoute au produit une petite quantité de suif, 1 à 5 pour 100. Dans ces conditions, le blanchiment, cela a été constaté depuis longtemps, est beaucoup plus rapide, mais le rôle du suif était resté inexpliqué.

» On comprend, d'après ce que nous venons de dire, le mode d'action du suif; il agit surtout par l'acide oléique qu'il renferme, il apporte l'élément combustible dont la combustion entraîne celle de la matière colorante. L'acide oléique ainsi introduit disparaît, du reste, en grande partie en même temps que celui de la cire.

» Il en résulte que, plus il y aura dans la cire de composés susceptibles de

s'oxyder à l'air, plus le blanchiment devra être rapide; c'est, en effet, ce qu'on observe. D'autres produits, ajoutés en petite quantité à la cire, se comportent comme le suif dans l'opération du blanchiment; telle est, par exemple, l'essence de térébenthine. Elle agit, dans ce cas, comme l'acide oléique, s'oxyde à l'air sous l'influence de la lumière et son oxydation facilite celle de la matière colorante; elle disparaît, d'ailleurs, complètement; le blanchiment effectué, on n'en retrouve plus trace.

» Ce résultat est dû probablement à l'ozone dont on a constaté la formation sur l'essence de térébenthine exposée à l'air et à la lumière. L'explication pourrait, du reste, s'appliquer au suif qui, pendant le rancissement, présente une odeur franche d'ozone.

» En résumé, ces produits, ajoutés à la cire, activent le blanchiment, parce que, en s'oxydant à la lumière, ils donnent naissance à de l'ozone, lequel agit alors sous l'influence des rayons solaires sur les matières colorantes et les brûle. «

ANATOMIE COMPARÉE. — *Loi de la position des centres nerveux.* Note de M. **Alexis Julien**, présentée par M. de Quatrefages.

« *Trois types de centres nerveux.* — Les centres nerveux sont ventraux chez les Rayonnés, dorso-ventraux chez les Annelés et les Mollusques, dorsaux chez les Vertébrés. On peut donc dire que ces centres se réduisent à *trois types bien distincts : ventral, dorso-ventral* et *dorsal.* Mais ne serait-il pas possible de découvrir un caractère commun permettant de les embrasser tous les trois dans une même formule?

» *Énoncé de la loi.* — En les comparant attentivement, j'ai été amené à trouver une loi biologique générale, que j'appellerai *loi de la position des centres nerveux* et que je formulerai ainsi : *Il y a un rapport constant entre la position des principaux centres nerveux et celle des principaux organes sensoriels et locomoteurs.*

» Un exemple emprunté à chacun des trois types offerts par les centres nerveux me permettra de démontrer cette loi.

» *Rayonnés.* — Le système locomoteur (système ambulacraire) des Astérides à cinq rayons est formé par un canal circulaire (canal circum-buccal) placé autour de la bouche, et donnant naissance à cinq canaux (canaux ambulacraires) situés sur la face ventrale des cinq rayons. Chacun de ces canaux porte des organes tactiles et se termine assez souvent par un organe visuel.

» Le canal circum-buccal est en rapport avec un anneau nerveux (anneau circum-buccal), muni de renflements ganglionnaires, et donnant naissance à cinq troncs nerveux (troncs ambulacraires). Chacun de ces troncs, pourvu d'un renflement ganglionnaire, se termine dans l'œil placé à l'extrémité des rayons.

» Les principaux centres nerveux des *Rayonnés* sont donc ventraux comme leurs principaux organes sensoriels et locomoteurs.

» *Annelés.* — Chez les Annélides, les principaux organes sensoriels (visuel, auditif) sont logés sur la face dorsale de la tête : les centres nerveux de la tête (ganglions céphaliques ou cérébroïdes) sont aussi dorsaux; ils répondent à la face dorsale du tube digestif.

» Les principales masses musculaires du tronc sont, au contraire, ventrales : les centres nerveux du tronc sont également ventraux; ils répondent à la face ventrale du tube digestif.

» Les principaux centres nerveux des *Annelés* sont donc dorsaux comme leurs principaux organes sensoriels, et ventraux comme leurs principaux organes locomoteurs : d'où le type dorso-ventral affecté par ces centres : d'où aussi le collier œsophagien qui est mi-dorsal et mi-ventral (l'anneau circum-buccal des Rayonnés est entièrement ventral).

» *Mollusques.* — Les principaux centres nerveux des *Mollusques*, qui affectent aussi le type dorso-ventral, sont également dorsaux comme leurs principaux organes sensoriels, et ventraux comme leurs principaux organes locomoteurs.

» *Vertébrés.* — Comme ceux des Annelés et des Mollusques, les principaux organes sensoriels (olfactif, visuel, auditif) des Poissons sont placés sur la face dorsale de la tête : les centres nerveux de la tête (encéphale) sont également dorsaux.

» Au niveau du segment caudal du tronc, les muscles sont à peu près également répartis sur les faces dorsale et ventrale. Mais, entre la tête et la queue, c'est-à-dire au niveau du segment viscéral du tronc, les muscles dorsaux ont un rôle locomoteur beaucoup plus important que celui des muscles ventraux; car ceux-ci servent surtout à former les parois de soutènement de la cavité viscérale. En somme, les principales masses musculaires du tronc sont dorsales : les centres nerveux du tronc (moelle épinière) sont dorsaux comme elles.

» Les principaux centres nerveux des *Vertébrés* sont donc dorsaux comme leurs principaux organes sensoriels et locomoteurs; ils sont placés tout entiers sur la face dorsale du tube digestif.

» *Résumé.* — En résumé :

» 1° Chez les *Rayonnés,* les principaux centres nerveux sont ventraux comme les principaux organes sensoriels et locomoteurs.

» 2° Chez les *Annelés* et les *Mollusques,* les principaux centres nerveux sont dorsaux, comme les principaux organes sensoriels, et ventraux comme les principaux organes locomoteurs.

» 3° Chez les *Vertébrés,* les principaux centres nerveux sont dorsaux comme les principaux organes sensoriels et locomoteurs.

» *Conclusion.* — J'ai donc le droit de conclure : *Il y a un rapport constant entre la position des principaux centres nerveux et celle des principaux organes sensoriels et locomoteurs.*

» *Explication physiologique de la loi anatomique.* — La caractéristique de l'Animal est constituée par la sensibilité et la motricité.

» A la sensibilité correspond l'appareil indicateur, ou système cutanéo-sensoriel, qui comprend la peau et les organes sensoriels.

» A la motricité correspond l'appareil locomoteur, qui comprend les systèmes squelettique (organes passifs) et ambulacraire ou musculaire (organes actifs).

» Au point de vue fonctionnel, les appareils indicateur et locomoteur sont intimement liés au système nerveux qui les tient sous sa dépendance. Le système nerveux constitue, en effet, l'appareil récepteur des impressions subies par la peau et les organes sensoriels, et l'appareil excitateur des mouvements; il sert à la régulation et à l'harmonisation de la sensibilité et de la motricité.

» N'est-il pas rationnel qu'un rapport anatomique constant lie des appareils si étroitement unis au point de vue physiologique?

» *Corollaire de la loi.* — Contrairement à l'opinion d'*Ampère* et d'*Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, le Vertébré n'est donc pas plus un Annelé retourné que l'Annelé n'est un Vertébré retourné.*

» Le Vertébré est un Animal dont les principaux organes sensoriels et locomoteurs, et partant les principaux centres nerveux, sont dorsaux.

» L'Annelé est un Animal dont les principaux organes sensoriels sont dorsaux, tandis que ses principaux organes locomoteurs sont ventraux : par suite, ses principaux centres nerveux sont en partie dorsaux et en partie ventraux. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la Sardine océanique.* Note de M. G. **Pouchet** [1].

« La Note présentée dans la dernière séance par M. le professeur Marion sur la Sardine de la Méditerranée m'engage à faire connaître, de mon côté, le résultat de mes recherches sur la Sardine océanique et, en particulier, les points par lesquels elle semble notablement différer de la variété méditerranéenne.

» 1. M. le professeur Marion attribue à la Sardine adulte de la Méditerranée la taille de 15^{cm} à 18^{cm}. La Sardine de l'Océan, parvenue à toute sa taille, atteint environ et dépasse même parfois 25^{cm}.

» 2. M. Marion fixe pour la Sardine méditerranéenne la durée de la maturité sexuelle du milieu de novembre au milieu de mai. Une série de plus de trois cents observations (voir *Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de Concarneau en* 1889 *et sur la Sardine*) réparties sur cinquante-six journées, du 7 novembre 1889 au 3 mai 1890, et sur tous les points de la côte, des Sables-d'Olonne à Douarnenez, ne nous ont laissé voir de novembre au commencement d'avril que des organes génitaux encore *très loin* de l'état de maturité. A deux reprises seulement en trois ans, bien que mon attention se soit portée spécialement de ce côté, le 29 mai 1888 et le 3 avril 1890, j'ai pu observer des femelles, prêtes à pondre, ayant le ventre gonflé et dont les œufs déjà détachés de l'ovaire tombaient seuls de l'orifice génital; mais, les deux bancs qui ont offert cette apparence n'ont fait que passer, *comme c'est toujours le cas*. J'ai démontré que les très rares bancs de Sardines prêtes à pondre, amenés par les hasards de leur course dans les eaux françaises, n'y séjournent pas plus que les bancs de la jeune Sardine qu'on pêche à la rogue, les uns et les autres étant en continuel déplacement.

» 3. L'étude des œufs mûrs recueillis dans les deux circonstances qui viennent d'être indiquées a été faite par moi-même et reprise par mon assistant, M. Biétrix (voir *Rapports* pour 1888 et pour 1889). Nous avons constaté qu'ils sont, en tous cas avant la fécondation que nul ne connaît encore, plus denses que l'eau de la mer; ils mesurent 1125 à 1250 μ de diamètre. Enfin, nous avons minutieusement décrit l'apparence de la mem-

(1) Voir *Comptes rendus* des 1er, 15 et 29 juillet 1889.

brane vitelline qui, avec ses autres caractères morphologiques, permettra toujours de reconnaître cet œuf.

» Or la pêche au filet fin, pratiquée tous les jours depuis trois ans à la surface de la mer en baie de Concarneau, nous a bien offert au printemps un œuf actuellement étudié par M. Biétrix, mais qui n'est en aucune façon un œuf de Sardine. Jamais celui-ci ne s'est présenté à nous.

» 4. Jamais on ne voit et l'on ne pêche sur la côte océanique de Sardines mesurant moins de 6^{cm} environ, c'est-à-dire ayant les dimensions de la *Palaille* méditerranéenne. S'il en était autrement, les pêcheurs particulièrement intéressés n'auraient pas manqué de le remarquer. La jeune Sardine océanique ne visite donc que très tard la côte. Nous pouvons ajouter que la plus jeune que l'on puisse observer chaque année ne se montre *jamais* au début de la saison et n'apparaît en général qu'au mois de juillet et plus souvent encore aux mois d'août ou de septembre.

» 5. En prenant pour loi de croissance de la Sardine océanique les chiffres donnés par M. Marion pour la Sardine stationnaire du golfe de Marseille, chiffres auxquels, de mon côté, je m'étais arrêté *a priori* d'après ce que l'on sait du Hareng, il est facile de s'assurer, par l'étude des nombreux tableaux que nous avons publiés jusqu'à ce jour du *régime* de la Sardine sur la côte de l'Océan, qu'il est impossible de fixer pour cette Sardine océanique une période de frai répartie, même comme l'admet M. Marion, sur la moitié entière de l'année.

» Je me permets de rappeler une fois de plus, en terminant, que c'est grâce au concours toujours bienveillant et toujours empressé de la Marine que j'ai pu, depuis plusieurs années, poursuivre une étude dont la difficulté n'a d'égale que son importance au point de vue des intérêts maritimes et industriels de nos départements de l'Ouest. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur le prétendu crâne de Moctezuma II.* Note de M. **E.-T. Hamy**, présentée par M. de Quatrefages.

« Il existe, dans les galeries d'Anthropologie du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, sous le n° 1243, une pièce anatomique qui a longtemps excité l'admiration des visiteurs à cause de son étiquette. On lisait, en effet, imprimés sur une planchette fixée au-dessous de cette pièce, ces mots qui attiraient les regards *Crâne de l'empereur Moctezuma. Don de M. le Dr Ghiesbrecht*, 28 *avril* 1854 (¹).

(¹) Sur le crâne est en outre écrit, en grosses lettres cursives, *Emper^r Moctesuma.*

» Augustin Ghiesbrecht, qui vivait encore, il y a quelques années, à San Cristobal de Chiapas où il s'est retiré, après une longue carrière d'explorations scientifiques [1], s'était procuré ce crâne, soi-disant impérial, à Mexico, pendant qu'il exerçait, dans cette capitale, les fonctions de médecin attaché à la résidence de Belgique, et il avait envoyé à Serres ce qu'il considérait comme un document de la plus haute importance pour l'Anthropologie mexicaine.

» Ce crâne sans face porte, au sommet du front, une blessure béante, irrégulièrement ovale, un peu déchiquetée sur ses bords et mesurant 27^{mm} sur 19^{mm}; des deux extrémités de l'ovale partent deux sillons profonds, qui gagnent par un trajet contourné les bords des orbites.

» Ghiesbrecht avait lu Prescott et connaissait la fin tragique du faible et malheureux Moctézuma. Il savait notamment que, tentant d'arrêter l'assaut furieux que ses sujets donnaient à la forteresse où il était enfermé avec les Espagnols, l'infortuné monarque avait reçu au front une pierre lancée avec tant de violence qu'il était tombé inanimé sur le sol. Le crâne ancien, découvert à Mexico, portait une profonde blessure au front; il n'en fallut pas davantage pour qu'on en fît la *tête de Moctezuma*.

» Mais, l'empereur est mort trois jours seulement [2] après avoir été frappé (27-30 juin 1521), tandis que le crâne que lui attribuait Ghiesbrecht porte une blessure guérie à la suite d'une lente cicatrisation. Les bords externes de l'ouverture sont épaissis et mousses, des stalactites osseuses hérissent les bords internes. A la face profonde du frontal, toute la région entre le trou et les sinus est couverte de boursouflures irrégulières.

» Il est, d'ailleurs, bien manifeste que ce n'est pas une blessure contondante, et surtout un enfoncement tel que le produirait une pierre, qui a ainsi mutilé le crâne du soi-disant Moctezuma. Les deux sillons, dont nous avons parlé, ne sont autres que les lèvres rapprochées et cicatrisées d'une incision, oblique de haut en bas et d'arrière en avant, qui avait découpé une énorme tranche du frontal, comme l'aurait pu faire un coup de sabre ou un coup de hache, très vigoureusement asséné. Enfin, la pièce est moderne, les os ont un aspect récent, et les mesures qu'on y peut prendre sont presque identiques à celles que donne un *métis de Puebla*, mort à Vera

---

(1) Cf. T. Maler, *Mémoires sur l'État de Chiapas* (*Revue d'Ethnographie*, t. III, p. 313; 1884).

(2) Cf. Orozco y Berra, *Historia antig. y de la conquista de Mexico*, t. IV, p. 424-439. Mexico, 1880; in-8°.

Cruz pendant l'occupation française, et autopsié par le Dr Fuzier. Les diamètres égalent chez l'un 168mm, 140mm et 136mm; chez l'autre, 166mm, 139mm et 134mm et les indices du premier étant 83mm,3, 79mm,7, 95mm,7, ceux du second sont 83mm,7, 80mm,7, 96mm,4. La courbe horizontale atteint 493mm sur le premier, 494mm sur le second et la transverse totale, qui présente les écarts les plus considérables que nous ayons trouvés entre les deux pièces, varie seulement de 5mm (448mm au lieu de 443mm).

» Nous nous bornerons à relever ces quelques chiffres à titre d'exemples, et nous terminerons cette courte Note en faisant observer que le maxillaire inférieur du crâne pseudo-impérial, envoyé à Serres par M. Ghiesbrecht, provient d'un autre sujet que le crâne auquel il est attaché et manifeste, par ses formes et ses proportions, une origine incontestablement européenne. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de tufs d'andésite dans le flysch de La Clusaz (Haute-Savoie).* Note de M. P. Termier, présentée par M. Mallard.

« Au cours d'une excursion géologique, faite au mois de juillet dernier, par l'École des Mines de Saint-Étienne, j'ai eu l'occasion d'étudier, à La Clusaz (Haute-Savoie), la puissante formation des poudingues, grès et schistes du flysch qui surmonte immédiatement les calcaires nummulitiques. Entre La Clusaz et le hameau de Gotty, à quelques centaines de mètres de La Clusaz, en suivant la route qui monte au col des Aravis, mon attention fut appelée sur le facies particulier d'un poudingue que l'on voit affleurer dans les champs qui dominent le chemin.

» Ce poudingue montre à l'œil nu des galets peu volumineux de quartz et de roches variées, englobés dans un ciment gris verdâtre. En observant le ciment avec un peu d'attention, on y découvre de nombreux cristaux de feldspath, généralement très allongés, et des grains noirs, plus rares et de moindre dimension, semblables à des grains d'augite. Dans certaines régions, le ciment entoure des enclaves plus compactes et de couleur plus sombre : ces enclaves, examinées à la loupe, semblent formées d'une roche homogène analogue aux andésites et aux labradorites du Plateau central.

» L'examen micrographique a confirmé ce diagnostic. Le poudingue en question n'est autre chose qu'un tuf d'*andésite à labrador et pyroxène*, contenant de nombreux débris roulés de la roche éruptive franche, et

mélangé à un sédiment argilo-sableux. Les matériaux éruptifs forment environ les quatre cinquièmes de la masse.

» Les débris de roche éruptive franche montrent la composition suivante :

» I. Fer oxydulé, fer titané, olivine rare, augite, labrador.

» II. Pâte très fluidale composée de microlites d'oligoclase et de microlites d'augite.

» III. Matière serpentineuse d'un vert jaunâtre, tantôt isotrope, tantôt chargée de fibres biréfringentes; cette matière provient probablement de la résorption des microlites magnésiens (augite et olivine); elle remplit aussi quelques sections à contours vaguement géométriques qui ont peut-être appartenu à l'olivine de première consolidation. Calcite.

» L'augite, d'un noir brillant à l'œil nu, est incolore en lames minces. Les cristaux ont fréquemment un demi-millimètre de longueur. Ils sont souvent maclés.

» Les grands cristaux de labrador sont extrêmement nombreux et, presque toujours, d'une admirable fraîcheur. Ils sont généralement très allongés parallèlement à pg^1. La plupart sont maclés suivant la loi de l'albite; quelques-uns présentent en outre la macle du péricline; quelques-uns ne présentent aucune macle, mais une disposition zonaire très marquée. Le diagnostic du minéral est facile, car on trouve aisément des sections perpendiculaires à g^1. Dans ces sections, l'extinction des lamelles hémitropes, symétrique par rapport à la trace de g^1, est presque toujours très oblique (jusqu'à 32°).

» Ce labrador contient d'assez nombreuses inclusions vitreuses. Les cristaux ne sont point roulés. Ils sont orientés dans le sens général de la fluidalité.

» Les microlites feldspathiques sont, pour la plupart, à lamelles multiples. Presque tous éteignent sensiblement à zéro leurs deux systèmes de lamelles. Ils semblent donc appartenir, au moins en grande partie, à l'oligoclase. On voit aussi quelques microlites rectangulaires, non maclés, s'éteignant à zéro : ils sont peut-être formés d'orthose.

» Les microlites d'augite sont très petits et très nombreux.

» On remarquera l'absence du sphène, si abondant dans les roches acides, si rare, au contraire, dans les andésites et les labradorites.

» La roche éruptive franche est donc une *andésite augitique à labrador et pyroxène*.

» Le tuf est formé d'une argile vert jaunâtre, en grande partie isotrope,

contenant en très grande abondance les cristaux de première consolidation de la roche éruptive. Ces cristaux sont disposés confusément et non pas orientés comme dans la roche franche. Les feldspaths sont roulés, souvent brisés; ils ont éprouvé, pour la plupart, un commencement de kaolinisation.

» Au sein de ce chaos de cristaux charriés apparaissent les matériaux sédimentaires. Ce sont des grains de quartz ou de quartzite, de granulite à microcline, de schistes quartzeux micacés et amphiboliques, de calcaire compact avec traces de polypiers, enfin quelques galets d'une magnifique diorite ophitique. Aucun de ces matériaux ne paraît avoir subi d'altération par suite de l'irruption du tuf.

» La roche présente de nombreuses amygdales, parfois remplies de calcite cristallisée, parfois tapissées de produits serpentineux verdâtres.

» En résumé, la formation arénacée du flysch de la Haute-Savoie contient, à La Clusaz, des nappes interstratifiées d'un véritable tuf volcanique, dans lequel les matériaux éruptifs sont beaucoup plus abondants que les matériaux sédimentaires.

» On a donc la preuve formelle de la venue, dans cette région des Préalpes, à l'époque éocène, c'est-à-dire longtemps avant le plissement des chaînes subalpines, d'andésites à labrador et pyroxène, fort semblables à celles qui ont surgi plus tard, à l'époque pliocène, en de nombreux points du Plateau central.

» Ce fait est à rapprocher de ceux déjà signalés par M. Potier [1], dans les Alpes-Maritimes. Les poudingues éocènes de l'Estéron contiennent des galets de la dacite d'Agay (porphyre bleu de Saint-Raphaël). De même, les labradorites d'Antibes, de Biot, du Cap-d'Ail semblent devoir être rapportées à l'éocène.

» Cette série microlitique serait contemporaine de celle du Vicentin et de la série granitoïde et basique de la Moravie (Teschen), de la Bosnie et de la Serbie. Elle correspondrait [2], comme la venue serpentineuse et euphotidique de la Toscane, aux *premiers* mouvements alpins. »

---

(1) Légende de la feuille d'*Antibes*, de la Carte géologique détaillée.

(2) Marcel Bertrand, *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XVI, p. 606.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les phénomènes consécutifs à l'altération du pancréas déterminée expérimentalement par une injection de paraffine dans le canal de Wirsung.* Note de M. E. **Hédon**, présentée par M. Bouchard.

« Après avoir étudié les résultats de l'extirpation du pancréas (production du diabète sucré) ([1]), j'ai cherché à savoir si l'on ne pourrait pas obtenir les mêmes phénomènes, en provoquant une altération de la glande par une injection de paraffine dans ses canaux. La méthode n'était pas nouvelle, Cl. Bernard injectait de la graisse, mais ses animaux mouraient presque tous de péritonite. Schiff proposa d'injecter de la paraffine, modification heureuse, car les animaux survivent alors très bien. Ainsi, sur trente opérations que j'ai faites, quatre chiens seulement sont morts. Immédiatement après l'injection de paraffine dans le canal de Wirsung, je pratiquais l'extirpation de la portion verticale de la glande. On diminuait ainsi la fonction pancréatique encore plus que ne l'aurait fait une simple injection de paraffine et tel était le but que l'on se proposait. Le tissu de la portion horizontale présentait, au bout de quelques jours, de profondes modifications (sclérose et altérations des acini); mais la paraffine ne se retrouvait plus dans les canaux; elle était en effet promptement éliminée dans l'intestin, malgré la ligature du canal de Wirsung.

» Contrairement aux résultats de Schiff, les animaux opérés présentèrent des troubles profonds de la nutrition : troubles digestifs passagers (décrits par Cl. Bernard), polyphagie, amaigrissement considérable, polyurie, azoturie et, dans quelques cas, glycosurie passagère.

» La glycosurie se montrait huit à dix jours après l'opération; elle était peu importante (maximum 12^{gr} de sucre pour 1000) et très fugitive (maximum pendant quatre jours). Après sa cessation, on ne pouvait plus la constater, aussi longtemps qu'on prolongeât l'observation.

» La perte de poids était très rapide et atteignait, dans certains cas, 2^{kg} en moins de 15 jours, malgré la grande voracité des animaux et la nourriture abondante qu'ils ingéraient.

» Tous ces symptômes pouvaient être mis sur le compte des troubles digestifs résultant de l'absence du suc pancréatique dans l'intestin, car ils se montraient avec intensité, précisément dans le temps que le suc digestif ne pouvait arriver dans le

---

([1]) Voir *Archives de Médecine expérimentale*, janvier 1891.

duodénum et s'amendaient singulièrement lorsque les matières fécales reprenaient leur aspect normal. Il fut néanmoins possible de constater qu'il y avait une certaine indépendance entre les troubles digestifs et les altérations de la nutrition, et de rattacher ces dernières à une autre cause qu'au défaut de sécrétion du suc pancréatique dans l'intestin. Sur un chien du poids de 19^{kg}, tous les symptômes que j'ai énumérés se sont montrés persistants malgré la cessation des troubles digestifs, sauf la glycosurie qui ne dura que trois jours. Le vingt-huitième jour après l'opération, l'animal ne pesait plus que $15^{kg},550$; il était d'une maigreur squelettique et d'une voracité incroyable, et telle que je n'en ai point encore observé de plus grande, même chez les chiens, qui avaient subi l'extirpation totale du pancréas. En lui donnant 1^{kg} de viande et 1^{kg} de pain par jour, on parvint à le faire un peu augmenter de poids. La perturbation profonde de la nutrition causée par la lésion du pancréas chez cet animal ne paraissait point due à des troubles digestifs. Depuis longtemps, les matières fécales avaient repris leurs caractères normaux. On s'était assuré, en faisant ingérer à l'animal une forte quantité de graisses et de féculents, que ces substances n'apparaissaient pas dans les fœces. Le quarante-cinquième jour, on fit l'expérience suivante, pour savoir comment l'azote des aliments était utilisé. Pendant plusieurs jours, on dosa l'azote total dans les aliments, dans les matières fécales et dans l'urine, par la méthode de Kjeldahl. Résultats comme moyenne de sept jours :

	Aliments. 1^{kg} de viande (muscle de cheval) + 300^{gr} de pain contiennent	Fœces.	Urine. Quantité.	Urée.	Azote total.
Azote par jour, en grammes......	38^{gr}	$1^{gr},52$	840^{cc}	$62^{gr},22$	$30^{gr},18$

» La digestion des matériaux azotés se faisait donc très bien, puisque l'azote était résorbé dans l'intestin en moyenne pour 96 pour 100. Mais la forte azoturie paraissait être l'expression d'un trouble dans l'utilisation de l'azote par les tissus. La faible différence qu'il y avait, entre la quantité d'azote des excrétions, est du reste en partie couverte par les erreurs d'expérience, car on était bien sûr de doser tout l'azote des aliments, mais non de recueillir rigoureusement tout l'azote des excrétions. En fait, le poids de l'animal ne variait pas sensiblement pendant toute la durée de l'expérience. La forte quantité de nourriture qu'on lui donnait équivalait pour lui à la ration d'entretien.

» En présence de ces faits, je pense que l'on est en droit de rapprocher les symptômes observés chez cet animal de ceux qui se montrent dans le diabète insipide azoturique, à forme consomptive.

» Toutefois, il reste un point à élucider. Une azoturie considérable se montre dans l'expérience précédente comme une conséquence de la polyphagie et d'une alimentation très riche en azote.

» Or, si l'on diminuait la ration alimentaire, la quantité d'urée baissait dans l'urine, mais la consomption se produisait.

» En tenant compte des travaux de M. le Professeur Bouchard sur l'azoturie dans le diabète, je cherchai à établir les rapports qui devaient exister entre la consomption et l'azoturie par l'expérience suivante :

» Un chien après l'injection de paraffine dans le canal pancréatique fut soumis au jeûne peendant douze jours, après qu'il fut complètement remis du traumatisme opératoire. Les chiffres suivants expriment les résultats moyens de cette expérience, à partir du quatrième jour de jeûne (poids de l'animal $18^{kg},800$). La perte de poids par jour fut en moyenne de $32^{gr},33$ par kilogramme d'animal. La quantité d'urée excrétée journellement de $27^{gr},6$; chose remarquable, elle augmenta beaucoup du septième au dixième jour et atteignit un chiffre véritablement très élevé pour un chien maintenu au jeûne absolu (pendant cette dernière partie de l'expérience, on ne donnait pas d'eau à boire à l'animal). Le maximum fut atteint le huitième jour ($37^{gr},2$ d'urée pour vingt-quatre heures); le neuvième et le dixième jour, l'azoturie se maintint à 37,1 et 35,1 d'urée. Le chiffre de l'urée était encore de 18^{gr} le onzième jour. Il tomba brusquement à $1^{gr},3$ le douzième jour; mais alors l'animal était complètement usé par la consomption. Il survécut cependant encore cinq jours; chez un chien normal du poids de $15^{kg},400$, qu'on soumettait également au jeûne dans le même temps, la perte de poids était en moyenne de $26^{gr},31$ par kilogramme d'animal; la quantité d'urée excrétée baissait rapidement; le huitième jour, elle n'était que de $5^{gr},8$; elle ne fut en moyenne que de $5^{gr},9$ en vingt-quatre heures ».

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les troubles consécutifs à la destruction du pancréas.* Note de M. **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

» Les expériences de von Mering et de Minkowski (¹) ont montré que l'extirpation complète du pancréas détermine toujours le diabète chez le chien. Ce diabète n'est pas attribuable à la suppression du pancréas en tant qu'organe servant à la digestion; car la ligature des canaux pancréatiques n'amène pas un trouble profond de la nutrition. C'est que le pancréas n'est pas seulement une glande qui élabore des ferments digestifs bien connus, mais aussi un organe qui peut être considéré comme une

(¹) *Diabetes mellitus nach Pancreasextirpation* (*Arch. f. exper. Pathol. und Pharmak.*, Bd. **26**, p. 371; janvier 1890).

glande vasculaire sanguine, apportant par conséquent dans le sang des produits susceptibles de transformer les matériaux sucrés de l'économie.

» Cependant rien ne prouve jusqu'à présent, d'une façon directe, que le pancréas joue effectivement ce rôle de glande vasculaire sanguine [1]. Or, j'ai pu obtenir le passage du sucre dans les urines, chez le chien, après la ligature des veines pancréatiques.

» L'opération n'est pas facile à bien réaliser. Le plus simple est de lier la veine splénique à son embouchure dans la veine porte et, en outre, les quelques petites veines du pancréas qui s'anastomosent avec des veinules du mésentère ou avec des veines de l'estomac ; on peut aussi, après avoir lié ces dernières, disséquer toutes les veines pancréatiques l'une après l'autre et les lier à l'endroit où elles se jettent dans la veine splénique. Dans le premier cas, on risque presque à coup sûr de perdre très vite l'animal expérimenté, à cause du trouble profond apporté à la circulation du duodénum. Dans le second cas, outre que l'opération est très laborieuse, il est extrêmement difficile de s'assurer que l'on a bien là toutes les veines qui sortent du pancréas. De quelque façon que l'on procède, d'ailleurs, il faut s'attendre, c'est ce que l'expérience m'a montré, à ne pas obtenir sur tous les animaux le résultat cherché, parce qu'on n'est jamais sûr d'avoir supprimé toutes les voies veineuses.

» De fait, sur les chiens que j'ai opérés dans le but indiqué, depuis le mois de mai 1890, sur sept de ces animaux je n'ai vu que trois fois le sucre passer dans les urines à la suite de l'opération. Dans un cas cette glycosurie n'a duré que vingt-quatre heures ; dans les deux autres cas, l'animal est mort le lendemain de l'opération ; dans un cas la quantité de glucose éliminée s'est élevée à 12^{gr} pour 1000.

» Ces faits semblent néanmoins suffisants pour admettre que, normalement, il est nécessaire que la circulation veineuse du pancréas ne soit pas complètement supprimée pour que l'organe puisse agir sur les matières sucrées de l'économie.

» Dans d'autres expériences, j'ai cherché à détruire le pancréas autrement que par l'extirpation. Cette opération est en effet des plus laborieuses et, à cause de sa longueur et de l'épuisement nerveux qu'elle amène et des hémorragies qu'elle entraîne très souvent, elle est fréquemment suivie

---

(1) Il faut noter cependant que M. Lépine, constatant que le sang de la veine porte perd plus de sucre *in vitro* que le sang artériel (*Comptes rendus*, 19 janvier 1891), a admis cette opinion.

de la mort de l'animal. A la vérité, M. Hédon (de Montpellier) a fait récemment connaître un bon procédé d'extirpation (*Arch. de Méd. expér.*, 1[er] janvier 1891). Le procédé que j'emploie offre, outre sa commodité, un intérêt historique.

» On sait que Claude Bernard a tenté l'ablation du pancréas (*Leç. de Physiol. expér.*, t. II, 1886); ayant renoncé à l'opération comme étant toujours fatale, il songea à détruire la glande par des injections de substances étrangères dans le canal de Wirsung. Quand on lit avec soin les pages que Claude Bernard a consacrées à l'exposé des résultats qu'il a ainsi obtenus, on ne peut être que très frappé de la concordance qui existe entre certains de ces résultats et ceux des expériences de von Mering et Minkowski : plusieurs des chiens opérés ont présenté tous les symptômes du diabète, à l'exception de la glycosurie, que Bernard malheureusement n'a pas recherchée.

» J'ai repris systématiquement ces anciennes expériences de Cl. Bernard et me suis servi, pour arriver à détruire la glande, d'injections dans le canal de Wirsung, après ligature préalable du conduit accessoire, faites avec un mélange d'huile d'olive et de glycérine, par parties égales, ou un mélange de carbonate de soude et de glycérine, ou avec de la gélatine ou encore avec du suif fondu à 40°. Mais on n'est pas sûr, par ce procédé, de détruire toute la glande, parce qu'on ne voit pas si la matière injectée pénètre partout. Pour parer à cet inconvénient, j'emploie de la gélatine colorée par le bleu C4B ou du suif coloré par le violet 5B. Par cet artifice très simple, on voit immédiatement si toute la glande s'injecte. Il arrive souvent qu'en raison de dispositions spéciales des canaux excréteurs (je ne puis entrer ici dans des détails anatomiques) une portion plus ou moins grande de l'organe échappe à l'injection; rien de plus facile alors que de détruire cette portion avec le thermo-cautère.

» Dans tous les cas où l'injection de gélatine bleue ou de suif violet a été complète, j'ai vu la glycosurie survenir le lendemain de l'opération. Les quantités de glucose éliminée ont varié entre 20 et 35 pour 1000. Cependant cette glycosurie n'a été que transitoire durant un très petit nombre de jours. Pour des raisons dans le détail desquelles je ne veux pas entrer, mes expériences sur ce point n'étant pas terminées, je crois néanmoins que, par ce procédé, on peut, comme par l'extirpation, arriver à obtenir une glycosurie permanente. Les résultats actuellement acquis ne peuvent toutefois pas manquer d'accroître l'intérêt des anciennes expériences de Cl. Bernard. De plus, ils ajoutent un argument à ceux qui ont été déjà pro-

duits contre l'hypothèse que le diabète par extirpation du pancréas pouvait être dû à des lésions nerveuses concomitantes.

» D'autre part, j'ai vu, ainsi que Bernard l'avait bien montré, que les animaux ainsi traités présentent des troubles profonds de la nutrition. Par exemple, un chien vigoureux, pesant 14^{kg}, dont la plaie était guérie au bout de huit jours par première intention, a énormément maigri en deux mois : son poids a diminué de $2^{kg},700$; cependant il mange avec voracité, soit 1^{kg} de viande maigre par jour, ou bien 600^{gr} de viande et 250^{gr} de pain avec un peu de graisse. Cette dénutrition doit être évidemment en partie attribuée à la suppression des fonctions digestives du pancréas, mais elle présente aussi quelque chose de particulier. En effet, voici un chien qui, au moment de l'opération, pesait 10^{kg}; il est guéri par première intention; pas de glycosurie; cinquante et un jours après, malgré la suralimentation, il ne pèse toujours que 10^{kg}; depuis longtemps les fèces étaient redevenues normales. On le sacrifie et, à l'autopsie, on constate que la perméabilité des deux conduits pancréatiques est rétablie. Dans ce cas, les fonctions digestives du pancréas s'étaient donc, au moins en grande partie, rétablies et cependant, quoique l'animal n'eût pas été glycosurique, la nutrition était restée troublée.

» Ainsi l'opération décrite ci-dessus amène des troubles graves, parmi lesquels la glycosurie. Bien que mes expériences ne soient pas terminées, ces résultats peuvent paraître sûrs, puisque M. Hédon, qui n'avait pas remarqué ces phénomènes dans sa première série de recherches (voir Mémoire cité), les annonce aujourd'hui même à l'Académie. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches chimiques sur les sécrétions microbiennes. Transformation et élimination de la matière organique azotée par le bacille pyocyanique dans un milieu de culture déterminée.* Note de MM. **A. Arnaud** et **A. Charrin.**

« La pyocyanine, cette matière colorante si caractéristique de la culture du bacille pyocyanique, est-elle en rapport direct, comme quantité, avec l'activité fonctionnelle du bacille? Telle est la première question qui se présente à l'esprit quand on cherche à se rendre compte de l'utilisation et des transformations que subit la matière organique introduite comme aliment dans une culture.

» Les analyses montrent que la formation de la pyocyanine (1) est très

(1) Dans d'autres milieux, on peut, dit-on, augmenter la production de la pyocyanine.

secondaire, sa proportion varie dans de faibles limites, de 3^{mgr} à 6^{mgr} par litre, même dans les cultures relativement assez colorées; inversement, dans telle culture presque incolore, on peut constater qu'une quantité considérable de matière organique azotée a été transformée par le bacille en produits presque élémentaires.

» Les produits principaux qui prennent naissance sont l'ammoniaque et l'acide carbonique, nous avons cherché à suivre les phases et les étapes de ces transformations, à en étudier le mécanisme.

» Nos premiers essais avaient pour point de départ le bouillon de bœuf additionné de sels nutritifs; mais, dans ce milieu trop complexe, il est fort difficile de suivre les modifications de la matière organique, aussi avons-nous eu recours ultérieurement à un liquide de culture artificiel et de composition chimique déterminée, afin de restreindre le champ des recherches.

» Le milieu suivant est tout particulièrement favorable au développement du bacille :

	gr
PO^4KH^2	0,100
$PO^4Na^2H + 12Aq$	0,100
CO^3KH	0,134
$CaCl^2$	0,050
$MgSO^4 + 7Aq$	0,050
Asparagine cristallisée	5,000
Eau, quantité suffisante pour faire un litre.	

» Vingt-quatre heures après l'ensemencement de ce liquide, la température étant maintenue entre 25° et 30°, la coloration vert bleu se manifeste nettement, elle va en s'accentuant jusqu'au sixième ou septième jour.

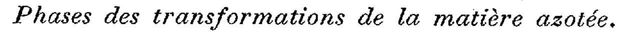
» Par des dosages précis, on a suivi, pour ainsi dire d'heure en heure, les progrès de l'assimilation de l'asparagine.

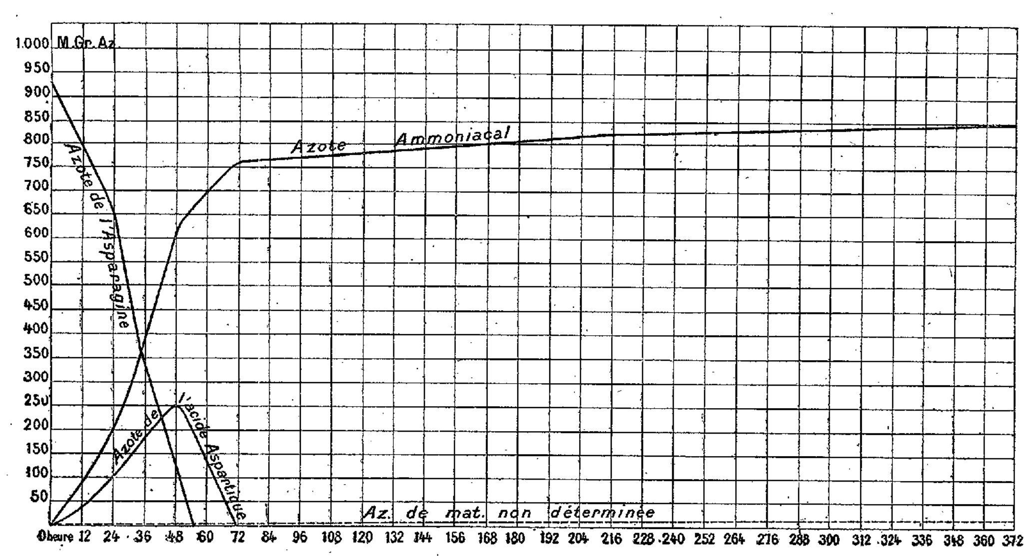
» On constate ainsi que la proportion d'azote ammoniacal capable d'être mis en liberté par MgO, nulle au début, va sans cesse en augmentant jusqu'au quinzième ou seizième jour, époque où la culture s'arrête faute d'aliments.

» L'asparagine décroît très rapidement : soixante heures après le départ de la culture il n'est déjà plus possible d'en déceler la présence; par contre, dès le début, on peut constater la formation d'acide aspartique (¹)

(¹) L'assimilation de l'acide aspartique paraît être un phénomène essentiellement vital, propre au bacille pyocyanique; nous n'avons pas pu constater la présence de produits intermédiaires entre lui et l'ammoniaque.

combiné à l'ammoniaque; cet acide est du reste assimilé au fur et à mesure de sa production : il disparaît vers la soixante-douzième heure; à ce moment, l'examen des courbes du diagramme ci-dessous indique, en effet, que presque tout l'azote est déjà passé à l'état d'ammoniaque, sauf, bien entendu, ce qui a concouru à la formation du protoplasma du bacille. Il faut tenir compte aussi d'une faible proportion d'azote qui est entré dans des combinaisons non encore définies, probablement fort intéressantes au point de vue physiologique et dont nous ne nous occuperons aujourd'hui que pour en déterminer la quantité relative. Le diagramme et le Tableau qui suivent donneront une idée des résultats obtenus.


Phases des transformations de la matière azotée.



Quantité respective des substances élaborées aux dépens de la matière azotée.

	gr	Pour 100.
Azote contenu dans les 5gr d'asparagine de 1lit de culture..	0,933	
Azote éliminé à l'état d'ammoniaque (A) par hydratation de l'asparagine sous l'influence de la diastase pyocyanique..........	0,4665	50,0
Azote éliminé à l'état d'ammoniaque par l'action vitale proprement dite du bacille sur l'acide aspartique, formé par la diastase	0,3835	41,1
Azote retrouvé dans le protoplasma du bacille (le poids de celui-ci étant de 0gr,410) (B)..........	0,0435	4,66
Azote entré dans les combinaisons organiques non encore déterminées (D)..........	0,0385	4,04
Azote de la pyocyanine. Perte..........	0,0003	
	0,933	

» *Observations.* — A. Les bases volatiles sont constituées par l'ammoniaque : on a analysé les sels cristallisés, oxalate et chloroplatinate; il se forme cependant une trace de méthylamine dont on a pu déceler la présence par le traitement approprié d'une grande quantité d'oxalate des bases volatiles totales.

» B. Le poids des microbes varie avec l'âge de la culture : il peut atteindre $0^{gr},670$ vers le sixième ou septième jour.

» C. En faisant varier le poids de l'asparagine (nous avons employé 20^{gr} de cette substance par litre) on obtient dans le même temps et absolument en quantité proportionnelle les mêmes produits ; nous donnerons plus tard les changements qui se produisent quand on fait varier le milieu de culture, en employant par exemple la gélatine à la place d'asparagine.

» D. Le poids de ces substances peut être évalué à $0^{gr},300$, par la différence de poids des extraits de la culture filtrée à la bougie ou non filtrée et l'évaluation des matières minérales.

» Ajoutons que, d'après les expériences suivantes, le bacille dédouble l'asparagine par hydratation au moyen d'une diastase; en effet, si le liquide de culture filtrée à la bougie n'a presque pas d'action sur l'asparagine *in vitro*, les bacilles recueillis sur la bougie, lavés et délayés dans une solution d'asparagine contenant du chloroforme (1) pour empêcher toute action vitale, dédoublent celle-ci suivant l'équation connue

$$CO.AzH^2\text{–}CH.AzH^2\text{–}CH^2\text{–}CO^2H + H^2O = CO^2AzH^4\text{–}CH.AzH^2\text{–}CH^2\text{–}CO^2H.$$

» On s'explique facilement pourquoi cette diastase reste fixée en majeure partie sur le protoplasma microbien plutôt que de passer dans le liquide filtré, par les belles expériences de Wurtz (2) sur la fixation de la papaïne (3) sur la fibrine. Dans une autre Note, nous donnerons les résultats se rapportant à l'assimilation du carbone de la matière organique dans la même culture et nous mettrons en évidence le rôle prépondérant de l'oxygène dans la vie du bacille pyocyanique. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

---

(1) Ce liquide reste acide, contrairement à ce qui se passe dans la culture où le microbe évolue.

(2) Wurtz, *Comptes rendus*, t. XC, p. 1379, t. XCI, p. 787.

(3) La bougie ne retient pas, croyons-nous, les vraies diastases étendues. Expériences inédites.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 avril 1891.

Acta mathematica, journal rédigé *par* G. Mittag-Leffler. 13. Stockholm, F. et G. Beijer, 1890; 1 vol. in-4°.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart; année 1889. II. *Observations*. III. *Pluies en France*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 2 in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Reconnaissance hydrographique des côtes de Tunisie (1882-1886). *Exposé des opérations; par* MM. L. Manen et G. Héraud. *Triangulation; par* M. F. Hanusse. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXC; in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Instructions nautiques sur les côtes du Brésil (du cap San Roque au Rio de la Plata) et le Rio de la Plata; par M. le contre-amiral Mouchez. 3e édition, revue et complétée *par* M. de Roquemaurel. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXC; gr. in-8°.

Travaux et Mémoires des Facultés de Lille. Tome I. Mémoire n° 4, A. et P. Buisine : *la Cire des abeilles (Analyse et falsifications)*. Lille, au siège des Facultés, 1891; gr. in-8°. (Présenté par M. Duclaux.)

Notice sur la vie et les travaux de M. G. Chancel; par M. R. de Forcrand. Paris, G. Masson, 1891; br. in-8°.

Conférence sur la Science et l'Art industriel, année 1890 (Bibliothèque Forney). Paris, J. Michelet. 1 vol. in-18.

Harmonies de formes et de couleurs; par M. Charles Henry. Paris, A. Hermann, 1891; br. in-16.

Les régicides dans l'histoire et dans le présent; par le Dr Emmanuel Régis. Lyon, A. Storck et Paris, E. Masson, 1890; br. in-8°. (Envoyé au concours du prix Chaussier.)

La pathogénie dans les milieux militaires; par M. Kelch. Paris, Vve Rozier, 1891; br. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Annales de l'Institut de pathologie et de bactériologie de Bucarest, publiées *par* Victor Babes. XIe année, 1888-89; Ire Partie. Bucuresci, Imprimerie Statului, 1890; gr. in-4°. (Présenté par M. Bouchard.)

La grande chirurgie de Gvy de Chavliac, *composée en l'an* 1363, revue

et collectionnée sur les manuscrits et imprimés latins et français, ornée de gravures avec des Notes, etc. ; *par* E. NICAISE. Paris, Félix Alcan, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Recherches sur les tubercules du Rupia rostellata *et du* Zanichillia polycarpa, *provoqués par le* Tetramyxa parasitica; *par* ÉDOUARD HISINGER. I. Notice préliminaire; Helsingfors Simelius, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société de Statistique des Sciences naturelles et des Arts industriels du département de l'Isère; 3e série. Tomes XIII et XIV. Grenoble, Breynat et Cie, 1884-90; 2 in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique. Tome XVI, 2e livraison. — Tome XVII, 4e livraison. Liège, H. Vaillant-Carmanne, 1890; 2 in-8°.

ERRATA.

(Séance du 31 mars 1890.)

Note de M. *G. Sire*, Sur un nouvel appareil gyroscopique, page 639 :

La figure qui aurait dû être annexée à la description du gyroscope alternatif de M. Sire, page 155, a été reportée à la page 639.

Note de M. *A.-F. Marion*, Nouvelles observations sur la Sardine de Marseille :

Pages 641, 642 et 643, *au lieu de* Pontines, Polailles, Issango, *lisez partout* Poutines, Palailles, Issaugo.

Note de M. *R. Moniez*, Les mâles chez les Ostracodes d'eau douce :

Page 670, le renvoi (4) doit être remplacé par le renvoi (1) de la page 671, et réciproquement.

Page 671, ligne 12, *au lieu de* impossible, *lisez* possible.

Page 671, ligne 16, *au lieu de* Amérique, *lisez* Afrique.

Page 672, ligne 3, *au lieu de* chlorure, *lisez* chlorures.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AVRIL 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique des équations différentielles.* Note de M. H. Poincaré.

« La question de l'intégration algébrique des équations différentielles du premier ordre et du premier degré n'a pas attiré l'attention des géomètres autant qu'elle le méritait. La voie a été ouverte, il y a vingt ans, par un admirable travail de M. Darboux; mais les analystes ont été fort longtemps sans s'y engager, et ce n'est que tout récemment que le problème a été repris par MM. Painlevé et Autonne, dans deux Mémoires que l'Académie vient de récompenser. L'importance du sujet me décide à publier quelques résultats qui s'y rapportent, bien qu'ils soient fort incomplets.

» J'écrirai l'équation différentielle sous la forme suivante

$$\begin{vmatrix} dx & dy & dz \\ x & y & z \\ L & M & N \end{vmatrix} = 0,$$

L, M, N étant trois polynômes entiers, homogènes et de degré m en x, y et z. Le nombre m s'appellera la *dimension* de l'équation.

» Si l'intégrale générale est algébrique, elle s'écrira

$$f + C\varphi = 0,$$

C étant une constante arbitraire, et f et φ étant deux polynômes homogènes d'ordre p en x, y et z. J'appellerai *remarquables* les valeurs de C pour lesquelles le polynôme $f + C\varphi$ n'est pas irréductible. Si l'intégrale générale algébrique a été mise sous sa forme la plus simple, ce que nous supposerons, le nombre des valeurs remarquables est fini.

» Le problème de l'intégration algébrique des équations différentielles serait résolu si l'on avait, dans tous les cas, une limite supérieure du nombre p.

» Les points singuliers de l'équation différentielle sont donnés par les équations

$$\frac{L}{x} = \frac{M}{y} = \frac{N}{n}.$$

Ils sont au nombre de $m^2 + m + 1$; *nous les supposerons tous distincts*.

» Soient alors x_0, y_0, z_0 un de ces points singuliers; dans le voisinage de ce point, l'intégrale générale peut se mettre sous la forme

$$X_1^{-1} X_2^S = \text{const.},$$

S étant une constante, et X_1 et X_2 étant deux séries ordonnées suivant les puissances de $\frac{x}{x_0} - \frac{z}{z_0}$, $\frac{y}{y_0} - \frac{z}{z_0}$ et s'annulant au point singulier.

» Il y a quelques cas d'exception; s'ils se présentaient, on serait certain que l'équation n'est pas intégrable algébriquement; on en serait certain également si, pour un des points singuliers, l'exposant S n'était pas réel et commensurable.

» Supposons donc que S soit réel et commensurable; nous appellerons *nœuds* les points pour lesquels cet exposant est positif, *cols* ceux pour lesquels il est négatif.

» Nous poserons $S = \frac{\mu}{\nu}$ pour les nœuds, $S = -\frac{\mu}{\nu}$ pour les cols, μ et ν étant deux entiers premiers entre eux.

» J'envisage un nœud et je suppose que la courbe

$$f + C\varphi = 0$$

ait en ce nœud λ branches distinctes; ce nœud sera d'ailleurs, en général, un point singulier pour chacune de ces branches.

» Je démontre que l'on a

$$p^2 = \mathrm{S}\,\lambda^2\mu\nu, \qquad (m+2)p = \mathrm{S}\,\lambda(\mu+\nu),$$

les sommations du second membre devant être étendues à tous les nœuds.

» M. Painlevé a posé le problème suivant : *Reconnaître si l'intégrale générale de l'équation différentielle est une courbe algébrique de genre donné*, et il a énoncé un certain nombre de remarquables propositions qui peuvent aider à trouver la solution, au moins dans certains cas particuliers.

» Je trouve, en appelant q le genre,

$$q = 1 + \mathrm{S}\frac{\lambda}{2}\left[(\mu+\nu)\frac{m-1}{m+2} - 1\right];$$

cette formule contient la solution du problème de M. Painlevé toutes les fois que $m > 4$.

» Considérons une valeur remarquable de C et supposons que $f + C\varphi$ ne se réduise pas à une puissance d'un polynôme irréductible; je démontre que la courbe $f + C\varphi = 0$ va alors passer par un col.

» Je montre encore que le nombre total des valeurs remarquables ne peut dépasser le nombre des cols de plus de deux unités.

» Voici quelques autres résultats :

» Si tous les nœuds ont pour exposant $S = +1$, le nombre de ces nœuds est au moins égal à $\frac{(m+2)^2}{4}$.

» Si $S = +1$ pour tous les nœuds et que $S = -1$ pour tous les cols, le nombre des nœuds est précisément égal à $\frac{(m+2)^2}{4}$.

» Si, pour tous les cols, on a $S = -1$, on a la formule

$$\alpha_1\alpha_2(m+2) = p(\alpha_1+\alpha_2),$$

α_1 et α_2 étant deux entiers premiers entre eux.

» Cette formule limite le nombre p et, par conséquent, résout complètement le problème dans ce cas particulier.

» Le principe qui m'a conduit à ce résultat est peut-être susceptible d'être étendu à des cas plus généraux; j'espère que plus d'un chercheur s'y efforcera dès que mes démonstrations seront publiées. »

PHYSIQUE. — *Description du manomètre à air libre de 300 mètres établi à la tour Eiffel;* par M. L. CAILLETET.

« On sait que la mesure des pressions des gaz ou des liquides ne peut être pratiquement obtenue, d'une façon précise et avec une approximation constante, qu'à l'aide de manomètres à air libre; c'est pour cette raison que, dans des expériences antérieures, j'avais installé, d'abord sur le flanc d'un coteau, puis plus tard, dans le puits artésien de la Butte-aux-Cailles, un manomètre à air libre de grande dimension. Cette disposition a été reproduite depuis par divers physiciens; mais les difficultés de manœuvre et d'observation d'un instrument installé dans ces conditions en limitent l'emploi et laissent subsister des incertitudes sur la précision des résultats.

» La construction de la tour Eiffel offrait des conditions exceptionnellement avantageuses pour l'installation d'un manomètre à air libre de 300^m, dont tous les organes, liés d'une façon invariable à la tour elle-même, fussent rendus accessibles à l'observateur sur toute son étendue.

» La pression de 400 atmosphères, que mesure un pareil manomètre ne pouvant être maintenue dans un tube de verre, on a dû recourir à un tube d'acier doux, de $4^{mm},5$ de diamètre intérieur, relié par sa base à un récipient de mercure. En comprimant à l'aide d'une pompe, d'après le dispositif bien connu, de l'eau sur le mercure, on peut l'élever graduellement jusqu'au sommet de la tour.

» L'opacité du tube d'acier s'opposant à la lecture directe du niveau du mercure, on a disposé de 3^m en 3^m, sur le trajet de ce tube, des robinets à vis conique, dont chacun communique avec un tube de verre vertical, d'un peu plus de 3^m de hauteur.

» Lorsqu'on ouvre un de ces robinets, on met l'intérieur du tube d'acier en communication avec le tube de verre dans lequel peut alors pénétrer le mercure. La position du niveau est donnée par une échelle graduée placée derrière ce tube. On a adopté pour la confection de ces échelles le bois verni, de préférence aux métaux. On sait, en effet, que le bois n'éprouve

que des variations insignifiantes dans le sens de ses fibres, même sous des influences atmosphériques très différentes. Afin d'assurer la stabilité de ces règles graduées, on les a fixées solidement, dans une position bien verticale, contre des supports de bois, boulonnés eux-mêmes sur les pièces métalliques de la tour.

» Pour réaliser, à un moment donné, une pression déterminée, il suffit d'ouvrir le robinet qui porte la division correspondant à la pression. On fait agir la pompe hydraulique, et, quand le mercure arrive au robinet, il s'élève en même temps dans le tube de verre et dans le tube d'acier.

» On l'amène alors exactement à la division voulue en agissant très lentement sur la pompe hydraulique; si, en opérant ainsi, on a dépassé le niveau cherché, on laisse échapper une certaine quantité d'eau par un robinet de décharge placé dans le voisinage de la pompe. Le liquide qui s'échappe pénètre dans un tube de verre gradué, placé verticalement et son élévation indique l'abaissement correspondant de la colonne de mercure. Cette manœuvre, qui se fait dans le laboratoire installé à la base de l'appareil, est rendue très simple au moyen d'un téléphone, que l'observateur emporte avec lui et qui, à chaque robinet, peut être mis en relation avec le poste inférieur.

» Auprès de la pompe hydraulique, se trouve un manomètre métallique, de grande dimension, communiquant avec le liquide comprimé. Ce manomètre porte une première graduation en atmosphères; une seconde graduation correspond aux numéros d'ordre des divers robinets : on sait ainsi immédiatement et par avance, dans quel tube de verre devra s'élever le mercure sous une pression donnée, ce qui permet de trouver sans hésitation le robinet à ouvrir.

» Si, pour une cause quelconque, le mercure vient à dépasser le sommet de l'un de ces tubes de verre, il se déversera dans un tube de retour en fer destiné à le ramener au pied de l'appareil.

» La direction inclinée des piliers de la tour ne permettait pas l'installation du tube d'acier dans une direction toujours verticale. De là base de la tour à la première plate-forme, c'est-à-dire jusqu'à une hauteur de 60^m environ, ce tube est fixé contre le plan incliné d'un des rails de l'ascenseur; un escalier en fer le suit dans toute sa longueur.

» Entre la première et la deuxième plate-forme, c'est-à-dire sur une hauteur à peu près égale à la précédente, l'appareil manométrique est installé contre l'escalier hélicoïdal. Celui-ci se divisant en plusieurs tronçons verticaux, non superposés à cause de l'obliquité du pilier, il en est de

même du tube manométrique qui s'incline pour passer d'un de ces escaliers à l'autre, en conservant une pente assez grande pour assurer la descente du mercure au retour.

» Enfin, de la deuxième plate-forme au sommet, le tube est disposé de la même manière contre les escaliers verticaux en hélice.

» L'observation facile est donc assurée, comme on le voit, de la base au sommet. Les échelles graduées qui accompagnent chaque tube de verre n'étant pas superposées verticalement, on a opéré de la manière suivante pour raccorder leurs graduations :

» On a fixé d'abord, sur le trajet du tube manométrique, un certain nombre de points de repère. A l'aide d'un niveau à lunette employé dans les nivellements géodésiques, on a relevé leur altitude au-dessus d'un trait fixe gravé à la base du récipient de mercure. Pour le raccordement de deux règles graduées consécutives, on s'est servi de deux vases communicants remplis d'eau et réunis par un tube en caoutchouc. Les deux niveaux étant dans un même plan horizontal, c'est dans ce plan amené à coïncider avec le sommet de l'une des échelles que l'on a fixé la base de l'échelle suivante.

» Comme la précision des mesures fournies par l'appareil dépend en grande partie de l'exactitude de ce nivellement, on a contrôlé l'opération précédente à l'aide d'une règle d'acier s'appuyant sur la base et le sommet de deux échelles consécutives. Un niveau à bulle d'air constatait la parfaite horizontalité de la ligne de raccordement; d'ailleurs, les points de repère dont on a parlé plus haut ont servi eux-mêmes successivement de contrôle, à mesure qu'on s'élevait dans l'installation des échelles. Enfin, pour éliminer toute incertitude, une dernière vérification de cette graduation sera faite prochainement par un procédé trigonométrique.

» Le calcul de la valeur exacte de la pression, d'après la mesure de la colonne de mercure soulevée, nécessite, pour chaque expérience, un certain nombre de corrections qui dépendent de la connaissance de plusieurs éléments.

» La température modifie la densité du mercure et fait varier la hauteur de la tour et, par conséquent, du tube manométrique. Un calcul simple montre qu'un écart de température de 30° ne fait guère varier cette hauteur que de 1 décimètre, soit $\frac{1}{3000}$ de sa valeur. La correction due à la densité variable du mercure est plus importante : elle serait d'environ $\frac{1}{200}$ pour le même écart de 30°.

» La mesure de la température moyenne nécessaire à cette double cor-

rection est obtenue par la variation de la résistance électrique qu'elle communique au fil téléphonique qui suit la colonne mercurielle sur tout son parcours. Des thermomètres enregistreurs, installés à chaque plate-forme, donnent d'ailleurs pour chaque expérience une indication souvent suffisante.

» Les autres principaux éléments qui interviennent dans les corrections sont : la compressibilité du mercure, la diminution de la pression atmosphérique à mesure que la colonne s'élève dans le tube manométrique, la variation du niveau du mercure dans le réservoir inférieur, etc.

» Le laboratoire qui contient tous les accessoires du manomètre est installé dans le pilier ouest de la tour, où des recherches sur la tension des vapeurs et la compressibilité des gaz sont actuellement en voie d'exécution.

» M. Eiffel, en se chargeant de toutes les dépenses et en mettant à ma disposition le personnel nécessaire à la construction, a tenu à montrer une fois de plus l'intérêt dévoué qu'il porte à la Science. J'espère donc que l'Académie tiendra à s'associer aux sentiments de reconnaissance que je suis heureux d'adresser ici à M. Eiffel. »

M. **Tisserand** présente à l'Académie le tome VIII des « OEuvres de Laplace » ; c'est, après la *Mécanique céleste* et le *Calcul des probabilités*, le premier volume des *Mémoires* de Laplace.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie de son « Traité des machines à vapeur ». Cet Ouvrage, qui fait suite à la Thermodynamique du même auteur, forme le premier fascicule du tome second de son *Cours de Machines*.

M. H. **Resal** fait hommage à l'Académie d'un volume qu'il vient de publier, sous le titre : « Exposition de la théorie des surfaces ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions, chargées de juger les Concours de l'année 1891 ou de présenter des questions de prix.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences mathématiques*). — MM. Hermite, Picard, Darboux, Poincaré, Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Ossian Bonnet.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences naturelles*). — MM. de Quatrefages, A. Milne-Edwards, Duchartre, Blanchard, Daubrée réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et Van Tieghem.

Prix Cuvier. — MM. Daubrée, Gaudry, Fouqué, de Quatrefages, A. Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et de Lacaze-Duthiers.

Prix Jean Reynaud. — MM. Bertrand, Hermite, Darboux, de Quatrefages, Fremy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Berthelot et Fizeau.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Bordin* (*Sciences physiques*) pour l'année 1893. — MM. Daubrée, de Quatrefages, Fizeau, Duchartre, Fremy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Schlœsing.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Fourneyron* pour l'année 1893. — MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau, Léauté, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marcel Deprez et Haton de la Goupillière.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* de Sparre, *ayant pour titre : « Sur le pendule de Foucault »*.

(Commissaires : MM. Hermite, Sarrau, Léauté, et Resal, rapporteur.)

« L'auteur a pour objet de traiter la question, quelle que soit la grandeur de l'écart initial du pendule par rapport à la verticale de suspension.

» A la suite d'une discussion à laquelle nous ne croyons pas devoir nous arrêter, M. de Sparre estime que, tout en ne tenant compte, finalement, que de la première puissance de la rotation diurne, il convient, au point de vue de la rigueur, d'avoir égard à certains termes de l'ordre du carré de cette rotation, auxquels il assimile les effets de causes secondaires. Il établit, en conséquence, les équations du mouvement du pendule en affectant de coefficients, fonctions du temps, et sous une forme générale, les termes dépendant du carré de la rotation diurne, termes qui disparaissent plus tard.

» Nous arrivons maintenant à la partie principale du Mémoire. L'auteur a eu l'ingénieuse idée de substituer au pendule sa projection sur ce qu'il appelle le *plan d'oscillation*. Il remplace ainsi l'écart du pendule par une quantité angulaire algébrique. Sa méthode, couronnée d'un grand succès, consiste à introduire dans son analyse les intégrales auxquelles Cauchy a donné le nom d'*intégrales singulières*. Des études récentes sur la considération, due à Riemann, des discontinuités appelées *coupures*, ont rappelé l'attention sur les intégrales de Cauchy.

» C'est en suivant cette voie que M. de Sparre est parvenu à ramener la solution du problème du pendule de Foucault à deux quadratures, qu'il développe en série.

» En résumé, M. de Sparre a fait une application très intéressante de la méthode des intégrales singulières de Cauchy à un problème dont les équations différentielles ne paraissent pas pouvoir s'intégrer par les procédés ordinaires.

» En conséquence, la Commission propose à l'Académie d'ordonner l'insertion du Mémoire de M. de Sparre au *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voies et adoptées.

MEMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Sur la mesure d'une nouvelle base de la triangulation française.* Note de M. le général **Derrécagaix**.

« Le Service géographique a procédé, pendant l'été de 1890, à la mesure d'une base fondamentale de la triangulation française.

» La constitution de la Commission internationale des poids et mesures et la nouvelle définition du mètre avaient, en effet, rendu indispensable une nouvelle détermination du rapport de l'unité fondamentale de mesure et du côté de départ de nos triangulations primordiales.

» *Choix de la base.* — L'impossibilité de reprendre l'ancienne base de Delambre, entre Melun et Lieusaint, étant bien établie, la base actuelle a été choisie sur l'emplacement de l'ancienne base de Picard, c'est-à-dire sur l'accotement est de la route de Paris à Fontainebleau, entre Villejuif et Juvisy. Il n'a pas été possible, cependant, d'utiliser les termes de Picard, marqués par deux belles pyramides qui sont la propriété de l'Académie. L'une de ces pyramides, en effet, se trouve aujourd'hui, par suite de l'extension du village de Villejuif, englobée dans les habitations et est devenue, au point de vue d'une mesure régulière, entièrement inabordable.

» Les termes de la nouvelle base ont été établis : le terme nord à 200^m au nord de l'intersection de la route de Fontainebleau et de la route de Versailles à Choisy-le-Roi; le terme sud, au nord du hameau de Fromenteau, à l'intersection de la route de Fontainebleau avec le chemin de Fromenteau à Athis.

» Ces termes consistent dans une chambre souterraine en pierre dure de Lorraine, fondée sur un fort massif de béton et recouverte d'une dalle affleurant le sol. Un pilier indépendant, enchâssé dans le béton, porte un repère cylindrique en platine, dont l'axe définit l'extrémité de la ligne mesurée.

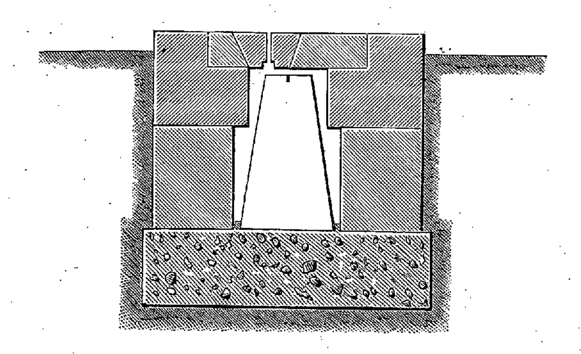
» La dalle supérieure, mobile, permet de découvrir le repère.

» Après la mesure, les dalles, remises en place, ont été recouvertes d'une pyramide surbaissée en granit, de $1^m,40$ de hauteur, destinée à protéger les termes et à en marquer l'emplacement.

» La base est brisée aux $\frac{3}{7}$ de sa longueur à partir du terme sud. L'angle des deux segments est de $14'$ centésimales. Un terme intermédiaire, de dimensions plus restreintes, a été établi au sommet de la brisure.

» *Appareil employé.* — L'appareil employé à la mesure est l'appareil bimétallique (cuivre et platine), construit par Brunner frères pour le

Service géographique; il peut être considéré comme un modèle de construction contemporaine.



» Les règles ont été étalonnées par rapport au mètre international et les coefficients de dilatation mesurés à Breteuil, au Bureau international des Poids et Mesures, par MM. Benoît, Directeur actuel du Bureau, le lieutenant-colonel Bassot, le commandant Defforges et le capitaine Tracou.

» On a ainsi obtenu pour les deux règles les équations suivantes :

$$P_{(t)} = 4000329^{\mu} + (34^{\mu},463 + 0^{\mu},00676\,t)\,t,$$
$$L_{(t)} = 4000735^{\mu} + (72^{\mu},333 + 0^{\mu},02628\,t)\,t.$$

» Une nouvelle détermination directe de la longueur des deux règles, exécutée après la mesure au Bureau international, a donné des résultats qu'on peut considérer comme identiques aux précédents.

» Pendant la mesure, les portées successives sont définies par les axes optiques de microscopes verticaux fermement établis sur l'alignement de la base. La lecture des deux règles fournit, par la différence de leurs longueurs, leur température commune et, par conséquent, la distance exacte des deux repères (traits 0 et 4000) de la règle de platine.

» Dans le but d'égaliser autant que possible la température, les deux règles ont été enveloppées, pendant les opérations, d'une étoffe de laine épaisse laissant librement circuler l'air.

» *Résultats de la mesure.* — La mesure a été exécutée pendant les mois de juin, juillet et août 1890, sous la direction de M. le lieutenant-colonel Bassot et de M. le commandant Defforges, par les officiers de la section de géodésie, MM. les capitaines Brullard, Couderc de Foulonque, Guéneau de Mussy, Bourgeois, Barisien, Dumay, Dumézil, répartis en deux brigades de quatre officiers chacune, qui se relevaient toutes les semaines. Ils étaient assistés d'un personnel auxiliaire s'élevant à cinquante-sept hommes, sous-officiers, secrétaires et soldats.

» Par une application minutieuse de la division du travail, la vitesse maximum a pu être portée jusqu'à cent trente portées par jour, la portée étant exécutée en moins de deux minutes. La vitesse normale, avec le personnel indiqué, serait de cent portées par jour.

» La base a été mesurée deux fois :

» La première mesure a duré vingt-cinq jours;

» La seconde mesure a duré dix-huit jours.

» La base a été fractionnée en segments par des dalles solidement fondées et scellées dans le sol, munies de plaques de cuivre enchâssées, portant sur leur surface polie un repère délié.

» Le Tableau ci-dessous contient la longueur obtenue pour chaque segment dans les deux mesures.

Numéros des repères.	Nombre de portées.	Longueurs totales entre les repères. 1re mesure.	2e mesure.	Différences : 1re mesure, 2e mesure.
Premier segment.				
		m mm	m mm	mm
Terme sud, repère n° 1......	20	80.019,2	80.018,2	+ 1,0
Repère n° 1, repère n° 2.....	52	208.049,4	208.049,3	+ 0,1
Repère n° 2, repère n° 3.....	76	304.077,6	304.077,3	+ 0,3
Repère n° 3, repère n° 4.....	80	320.080,1	320.081,0	— 0,9
Repère n° 4, repère n° 5.....	40	160.035,2	160.035,2	0
Repère n° 5, repère n° 6.....	72	288.064,3	288.064,8	— 0,5
Repère n° 6, repère n° 7.....	72	288.074,4	288.075,0	— 0,6
Repère n° 7, repère n° 8.....	68	272.077,5	272.077,2	+ 0,3
Repère n° 8, repère n° 9.....	80	320.100,4	320.099,5	+ 0,9
Repère n° 9, repère n° 10.....	80	320.075,9	320.075,9	0
Repère n° 10, repère n° 11.....	80	320.069,0	320.068,3	+ 0,7
Repère n° 11, terme intᵉ.......	42	168.615,6	168.614,9	+ 0,7
Longueur du premier segment.		3049.338,6	3049.336,6	+ 2,0
Second segment.				
		m mm	m mm	mm
Terme intre, repère n° 13.....	80	320.056,4	320.055,9	+ 0,5
Repère n° 13, repère n° 14.....	80	320.052,8	320.053,6	— 0,8
Repère n° 14, repère n° 15.....	80	320.057,2	320.055,7	+ 1,5
Repère n° 15, repère n° 16.....	92	368.071,0	368.073,6	— 2,6
Repère n° 16, repère n° 17.....	72	288.046,3	288.046,4	— 0,1
Repère n° 17, repère n° 18.....	80	320.057,4	320.058,1	— 0,7
Repère n° 18, repère n° 19.....	84	336.056,9	336.055,7	+ 1,4
Repère n° 19, repère n° 20.....	84	336.069,9	336.071,3	— 1,4
Repère n° 20, repère n° 21.....	92	368.080,6	368.082,5	— 1,9
Repère n° 21, repère n° 22.....	100	400.063,2	400.065,2	— 2,0
Repère n° 22, repère n° 23.....	100	400.065,1	400.067,5	— 2,4
Repère n° 23, terme nord.....	100	400.876,4	400.878,6	— 2,2
Longueur du second segment...		4177.553,2	4177.564,1	—10,9
Somme des deux segments.....		7226.891,8	7226.900,7	
Réduction à la ligne droite.....		4,0	4,0	
Longueur totale de la base.....		7226,887,8	7226.896,7	— 8,9

» En tenant compte de la réduction au niveau de la mer, $-0^m.099^{mm},8$, la longueur de la base est à 19°,26 du thermomètre centigrade

7226m,792,

avec une erreur qui ne paraît pas dépasser le centimètre.

» Si l'on calcule, par l'enchaînement de la nouvelle Méridienne, la valeur du côté Melun-Lieusaint à partir de la nouvelle base, on trouve :

Melun-Lieusaint (nouvelle base).....	11842,14 m
» (Delambre)........	11842,15
Différence.....	— 0,01

» Il y aurait donc, au point de vue géodésique, identité absolue entre la base de Delambre, telle qu'elle a été mesurée avec les règles de Borda, et la nouvelle valeur déduite d'une opération faite avec un appareil dérivant du nouveau mètre international. Il faut remarquer, cependant, qu'une concordance aussi parfaite, des deux valeurs du côté Melun-Lieusaint doit provenir d'une heureuse compensation d'erreurs. L'incertitude introduite sur la première par la triangulation de raccordement peut être en effet évaluée à un demi-décimètre (au maximum).

» Mais si l'on calcule, à partir de la nouvelle base, les côtés de jonction de la nouvelle méridienne avec les triangulations anglaise, belge, italienne et espagnole, on trouve les discordances systématiques suivantes :

	Valeurs		Différences	
	étrangères.	françaises.	absolues.	relatives.
	m	m	m	
Avec l'Espagne (côté Forceral-Canigou).	30141,15	30141,59	— 0,44	$\frac{1}{68000}$
Avec la Belgique (côté Kemmel-Cassel).	22981,49	22981,80	— 0,31	$\frac{1}{74000}$
Avec l'Angleterre (côté Harlettes-Cassel).	37459,64	37460,32	— 0,68	$\frac{1}{55000}$
Avec l'Italie (côté Mounier-Tournairet).	26009,85	26010,31	— 0,46	$\frac{1}{57000}$

» D'après ces différences, avec la nouvelle définition du mètre, le rapport au mètre international des différents étalons géodésiques étrangers (toise de Bessel, toise de Struve, règle espagnole de 4^m), tel qu'il résulte des comparaisons anciennes, paraît systématiquement trop faible. Il appartient aux métrologistes d'en donner la raison. Il serait, en tous cas, du plus haut intérêt de comparer à nouveau, avec toute la précision des méthodes modernes, les divers appareils de base au mètre international et peut-être aussi de remesurer quelques-unes des bases fondamentales de l'Europe, pour en raccorder scientifiquement les triangulations. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de la cupréine en quinine.* Note de MM. E. GRIMAUX et A. ARNAUD.

« La cupréine, extraite du *Quina cuprea* ou *Remijia pedunculata*, par MM. Paul et Cownley, est une base soluble dans les alcalis, se colorant par le perchlorure de fer et qui paraît avoir un caractère phénolique. Si l'on compare sa formule $C^{19}H^{22}Az^2O^2$ à celle de la quinine $C^{20}H^{24}Az^2O^2$, ces deux corps paraissent avoir la même relation que le phénol C^6H^6O et son éther méthylique C^7H^8O.

» La cupréine étant un corps de fonction mixte, moitié base, moitié phénol, la quinine en serait l'éther méthylique (¹). Les expériences suivantes ont complètement confirmé cette prévision.

» La cupréine qui a servi à nos essais a été purifiée avec soin et débarrassée de toute trace de quinine. Sa pureté absolue a été démontrée par sa solubilité dans les alcalis, son caractère cristallin, son pouvoir rotatoire, l'absence de fluorescence de son sulfate acide.

» La cupréine additionnée d'une quantité théorique de sodium, en solution dans l'alcool méthylique, a été chauffée au réfrigérant ascendant pendant quelques heures avec un excès d'iodure de méthyle. Dans ces conditions, il se forme de la quinine ou méthylcupréine; mais le phénomène se complique d'une réaction secondaire: l'iodure de méthyle se fixe sur l'azote pour donner des iodométhylates de quinine, que l'on sépare par des cristallisations dans l'eau et dans l'alcool. On sépare ainsi le monoiodométhylate en fines aiguilles blanches et le diiodométhylate en prismes jaunes : ces deux corps se confondent par leurs caractères et leurs points de fusion avec les deux iodométhylates que fournit la quinine naturelle.

» Si l'on opère en vase clos, avec l'iodure de méthyle en excès et la cupréine sodée, on obtient seulement le diiodométhylate de méthylcupréine dont les propriétés sont identiques avec celles du diiodométhylate de quinine naturelle, comme le montrent les points de fusion, les pouvoirs rotatoires et la teneur en iode.

	Diiodométhylate de quinine	
	synthétique.	naturelle.
Point de fusion avec décomposition partielle....	167°-168°	167°-168°
Pouvoir rotatoire..........	$(\alpha)d = -150°,8$	$(\alpha)d = -151°,6$
Iode pour 100..........	41,34	41,77

(¹) M. Hesse avait déjà émis cette opinion, et avait essayé de la vérifier, mais ses expériences l'avaient conduit à une conclusion contraire. Ce n'est pas la première erreur de ce genre qu'il ait commise : quand l'un de nous eut annoncé la transformation de la morphine en codéine, M. Hesse commença par nier la vérité de ce fait en opposant ses propres expériences; ce n'est que plus tard qu'il reconnut son erreur. (Voir E. GRIMAUX, *Bulletin de la Société chimique*, t. XLV, p. 15.)

» De plus, les iodométhylates des deux origines ont la propriété de se dissoudre avec une fluorescence d'un beau bleu dans l'acide sulfurique étendu [1].

» En remplaçant dans l'expérience précédente l'iodure par le chlorure de méthyle, on obtient la quinine libre. On chauffe à 100° en tubes scellés, pendant douze heures, un mélange d'une molécule de cupréine, un atome de sodium, une molécule de chlorure de méthyle, le tout dissous dans l'alcool méthylique. On évapore à sec le produit de la réaction, on traite par la soude faible pour enlever la cupréine qui n'aurait pas réagi et l'on agite avec de l'éther qui s'empare de la quinine. Celle-ci est transformée en sulfate par les procédés ordinaires [2].

» Le sel ainsi obtenu présente les caractères du sulfate de quinine; il est en fines aiguilles légères, groupées en faisceaux, d'une saveur fortement amère, soluble avec une fluorescence bleue dans l'eau acidulée d'acide sulfurique. La solution, additionnée de potasse, donne un précipité blanc, amorphe, soluble dans l'éther.

» Les expériences précédentes prouvent que la cupréine, étant un corps à fonction phénolique, la quinine en constitue l'éther méthylique. Il y a lieu de remarquer que les produits naturels extraits des végétaux renferment souvent le groupe méthylique et jamais le groupe éthylique; ainsi l'alcali de la ciguë est un mélange de cicutine et de méthylcicutine, la morphine est accompagnée dans l'opium de méthylmorphine ou codéine, la quinine est une méthylcupréine, l'eugénol, l'essence de Gaultheria, l'essence d'anis, etc., sont des éthers méthyliques de corps phénoliques. La raison de ce fait paraît devoir se trouver dans le mode de nutrition des végétaux qui, absorbant l'acide carbonique, le transforment, par un acte de réduction, en aldéhyde méthylique, puis en alcool méthylique.

» La transformation de la cupréine en quinine ne fournit qu'un faible appoint à l'établissement de la formule de constitution de la quinine; elle démontre cependant par voie synthétique l'existence dans la quinine d'un groupe OCH^3. Mais elle présente un intérêt d'un autre ordre : elle permettra d'obtenir une foule de bases nouvelles analogues à la quinine, constituant comme elle des éthers de la cupréine. Ces bases, dont il faudra étudier l'action physiologique, fourniront peut-être de nouvelles ressources à la thérapeutique.

» Nous continuons l'étude des éthers de la cupréine. »

---

[1] Nous avons aussi préparé le diiodométhylate de cupréine pour le comparer au diiodométhylate de quinine. Son point de fusion beaucoup plus élevé est de 235°-237°.

[2] $$\underbrace{C^{19}H^{21}Az^2O, ONa}_{\text{Cupréine sodée.}} + CH^3Cl = NaCl + \underbrace{C^{19}H^{21}Az^2O, OCH^3}_{\text{Méthylcupréine (quinine).}}$$

M. DE BACKER donne lecture d'un Mémoire « Sur les vaccinations antituberculeuses en général et sur le remède du D[r] Koch en particulier. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. JULES GERNAERT soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Conservation des bois, créosotage des traverses de chemins de fer ».

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Schlœsing, Bouquet de la Grye, de Bussy, Chambrelent.)

M. P. MAUVENU adresse la description d'un « Système d'arrêt des steamers, permettant d'éviter les collisions en mer ».

(Commissaires : MM. Paris, Jurien de la Gravière, de Bussy.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard-Denning et des nouvelles planètes Borrelly et Palisa, faites à l'Observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$; par MM. RAMBAUD et SY. Note présentée par M. Lœwy.

Dates 1891.	Planètes.	Étoiles de comparaison.	Gr.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Obs.
		COMÈTE BARNARD-DENNING.					
Avril 4......	*a*	B. B. t. VI + 38°, n° 249	9,3	$-0^m.54^s,08$	$+0'.50'',5$	8:8	R
4......	*a*	»	»	−0.53,43	+ 0.20,2	6:6	S
5......	*b*	W_2 1^h, n° 373	9	−1.19,48	+ 0.25,6	10:10	S
6......	*c*	B. B. t. VI + 36°, n° 253	7,5	+0. 5,52	− 6.13,0	20:10	R
6......	*c*	»	»	+0. 7,31	− 6.48,4	20:10	S
7......	*d*	W_2 1^h, n° 488	9	−1.31,90	+ 7.31,4	10:10	R
		PLANÈTE BORRELLY.					
Avril 4......	*e*	W_1 12^h, n° 285	9,5	+1.48,50	+ 3. 7,1	10:10	R
4......	*e*	»	»	+1.47,72	+ 3.13,1	10:10	S
6......	*f*	W_1 12^h, n° 300	9,0	−0.42,97	+ 0.59,9	12:12	R
6......	*f*	»	»	−0.43,52	+ 1. 4,0	14:14	S

Dates 1891.	Planètes.	Étoiles de comparaison.	Gr.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Obs.
		PLANÈTE PALISA.					
Avril 7......	g	Lamont. — 6°, n° 1442	10	+0.48,15	+10.21,3	10:10	S
7......	g	»	10	+0.47,27	+10.17,8	10:10	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1891.	⋆.	Ascension droite moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 4......	a	1.16.58,63	—2,05	+38.54.23,1	—5,4	B. B., t. VI
5......	b	1.19.47,79	—2,01	+37.51.22,0	—5,5	Weisse$_2$
6......	c	1.20.39,44	—1,98	+36.55.43,2	—5,7	B. B., t. VI
7......	d	1.24.26,71	—1,94	+35.28.28,8	—5,6	Weisse$_2$
4......	e	12.19.54,71	+1,02	— 1.32.19,4	—7,0	Weisse$_1$
6......	f	12.20.53,10	+1,03	— 1.17. 0,8	—7,0	Weisse$_1$
7......	g	12.39.30,98	+1,03	— 6.21.30,5	—7,5	Lamont

Positions apparentes de la comète et des planètes.

Dates 1891.	Temps moyen d'Alger.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		COMÈTE BARNARD-DENNING.			
	h m s	h m s			
Avril 4........	7.35.15	1.16. 2,50	$\bar{1}$,764	+38°.55′. 8″,2	0,440
4........	7.46. 1	1.16. 3,15	$\bar{1}$,756	+38.54.37,9	0,407
5........	7.47. 1	1.18.26,30	$\bar{1}$,748	+37.51.42,1	0,416
6........	7.36.58	1.20.42,98	$\bar{1}$,748	+36.49.24,5	0,455
6........	7.52. 7	1.20.44,77	$\bar{1}$,737	+36.48.49,1	0,413
7........	7.42.38	1.22.52,87	$\bar{1}$,737	+35.45.54,6	0,449
		PLANÈTE BORRELLY.			
Avril 4........	9.40.37	12.21.44,23	$\bar{1}$,338$_n$	— 1.29.19,3	0,736
4........	10. 4.57	12.21.43,45	$\bar{1}$,235$_n$	— 1.29.13,3	0,736
6........	10.37.11	12.20.11,16	$\bar{2}$,950$_n$	— 1.16. 7,9	0,735
6........	10.52.50	12.20.10,61	$\bar{2}$,756$_n$	— 1.16. 3,8	0,735
		PLANÈTE PALISA.			
Avril 7........	11.23.14	12.40.20,16	$\bar{2}$,444$_n$	— 6.11.16,7	0,779
7........	11.36.39	12.40.19,28	$\bar{4}$,629	— 6.11.20,2	0,779

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires.* Note de M. E. VESSIOT, présentée par M. Picard.

« Dans une Note des *Comptes rendus* (1883) et dans un Mémoire des *Annales de Toulouse* (1887), M. Picard a établi, à l'égard des équations différentielles linéaires, un théorème analogue au théorème fondamental de Galois sur les équations algébriques. Cette proposition peut être complétée et servir ainsi de fondement à une théorie de l'intégration des équations linéaires semblable à la théorie de Galois.

» Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n$ des fonctions indéterminées d'une variable t; elles forment un système fondamental d'intégrales d'une équation linéaire

$$(1) \qquad \frac{d^n x}{dt^n} + p_1 \frac{d^{n-1} x}{dt^{n-1}} + \ldots + p_n x = 0.$$

Nous désignons, pour abréger, par $R(x_1, \ldots, x_n)$ une fonction rationnelle de t, de $x_1, \ldots, x_n$ et leurs dérivées, et nous considérons les diverses fonctions qui s'en déduisent par les transformations linéaires et homogènes en $x_1, \ldots, x_n$.

» On sait, d'après un théorème de M. Appell, que si R admet toutes ces transformations, elle s'exprime rationnellement au moyen de t, de $p_1, \ldots, p_n$ et leurs dérivées. En général, R admet seulement un certain groupe (algébrique) de ces transformations ayant, par exemple, $\rho = n^2 - s$ paramètres, c'est-à-dire admet un groupe de ρ transformations infinitésimales linéaires et homogènes. Alors R est intégrale d'une équation différentielle algébrique d'ordre s, à coefficients rationnels en t, en $p_1, \ldots, p_n$ et leurs dérivées. Cela résulte du théorème suivant, qui se déduit facilement de la théorie des groupes de M. Lie.

» THÉORÈME I. — *Si l'on effectue dans une fonction $\Phi(x_1, \ldots, x_n)$ la transformation générale d'un groupe à r paramètres en $x_1, \ldots, x_n$, la fonction obtenue dépend de $r - \rho$ paramètres essentiels, si Φ admet précisément ρ transformations infinitésimales du groupe.*

» Soit maintenant $S(x_1, \ldots, x_n)$ une autre fonction de la même nature que R. La théorie de M. Lie sur les invariants différentiels conduit à un théorème qui correspond au théorème de Lagrange, dans la théorie des substitutions.

» THÉORÈME II. — *Si* S *admet toutes les transformations* infinitésimales *de*

R, *elle s'exprime* algébriquement *au moyen de* t, *de* $p_1, \ldots, p_n$, R *et de leurs dérivées.*

» On peut aussi établir une autre proposition, qui complète la précédente :

» THÉORÈME II *bis.* — *Si* S *admet toutes les transformations* finies (*linéaires et homogènes*) *que* R *admet, elle s'exprime* rationnellement *au moyen de* t, *de* $p, \ldots, p_n$, R *et de leurs dérivées.*

» Enfin, si S admet seulement ρ' des transformations infinitésimales de R, elle dépend, en vertu du théorème I, d'une équation différentielle algébrique d'ordre $\rho - \rho'$, dont les coefficients sont rationnels en t, $p_1, \ldots, p_n$, R et leurs dérivées. Le cas où les transformations infinitésimales de R que S admet sont au nombre de $\rho - 1$ et forment un sous-groupe invariant du groupe de R offre, pour la suite, un intérêt spécial. L'équation précédente est alors du premier ordre et s'intègre par quadratures.

» Supposons maintenant que l'équation (1) soit une équation particulière donnée; alors les théorèmes II et II *bis* conduisent aux deux théorèmes suivants, analogues au théorème fondamental de la théorie de Galois.

» THÉORÈME III. — *A toute équation linéaire* (1) *correspond un groupe* Γ *de transformations* infinitésimales *linéaires et homogènes, tels que :* 1° *toute fonction* R *qui s'exprime* algébriquement *au moyen de* t, *de* $p_1, \ldots, p_n$ (*des fonctions adjointes, s'il y en a*) *et de leurs dérivées, admet le groupe* Γ; 2° *toute fonction* R *qui admet ce groupe s'exprime* algébriquement *en fonction des mêmes éléments.*

» THÉORÈME III *bis.* — *A toute equation linéaire* (1) *correspond un groupe* G *de transformations* finies *linéaires et homogènes, tels que :* 1° *toute fonction* R *qui s'exprime* rationnellement (*toujours au moyen des éléments précédents*), *admet le groupe* G ; 2° *toute fonction* R *admettant le groupe* G *s'exprime* rationnellement (*en fonction des mêmes éléments*).

» Le groupe G est celui que M. Picard a nommé le *groupe de transformations* de l'équation, Γ est le plus grand groupe de transformations infinitésimales contenu dans G. M. Picard avait déjà démontré la première partie du théorème précédent.

» Les théorèmes sur la réduction du groupe Γ ou G par l'adjonction d'intégrales d'équations auxiliaires sont analogues aux théorèmes connus de la théorie de Galois. Combinés avec les remarques précédentes, ils conduisent aux résultats suivants :

» THÉORÈME IV. — *Pour que l'équation* (1) *soit intégrable par quadratures,*

il faut et il suffit que le groupe Γ *soit un groupe intégrable, c'est-à-dire contienne un sous-groupe invariant à un paramètre de moins, celui-ci de même, et ainsi de suite.*

» Corollaire. — *Une équation linéaire d'ordre supérieur au premier n'est pas en général intégrable par quadratures.*

» On peut donner à l'énoncé précédent une autre forme, analogue à un théorème de Galois sur les équations algébriques de degré premier.

» Théorème VI. — Ω *étant un invariant rationnel du groupe*

$$x_1 \frac{\partial f}{\partial x_1}, x_1 \frac{\partial f}{\partial x_2}, x_2 \frac{\partial f}{\partial x_2}, x_1 \frac{\partial f}{\partial x_3}, x_2 \frac{\partial f}{\partial x_3}, x_3 \frac{\partial f}{\partial x_3}, x_4 \frac{\partial f}{\partial x_4}, \dots, x_n \frac{\partial f}{\partial x_n},$$

pour que l'équation (1) *soit intégrable par quadratures, il faut et il suffit que l'équation d'ordre* $\frac{n(n-1)}{2}$ *dont dépend* Ω *ait une intégrale rationnelle.*

» Dans le cas du deuxième ordre $\Omega = \frac{d\mathrm{L}x_1}{dt}$ et on retombe sur un théorème connu de Liouville.

» Plus généralement, la connaissance du groupe Γ ou G permet de réduire l'intégration de l'équation (1) à celle d'une suite d'équations plus simples.

» Ajoutons enfin que la théorie précédente s'étend, dans ses points essentiels, à toutes les équations différentielles qui jouissent, comme les équations linéaires, de cette propriété que leur intégrale générale s'exprime, par une formule connue, en fonction d'un certain nombre d'intégrales particulières. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de nombres complexes.* Note de M. **André Markoff.** Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.

« Je considère les nombres entiers algébriques qui dépendent de $\sqrt[3]{A}$, A étant un nombre entier ordinaire.

» Par les théories de MM. Dedekind et Zolotareff, la décomposition en facteurs des nombres entiers qui dépendent de la racine d'une équation algébrique se réduit à celle des nombres entiers premiers ordinaires.

» En supposant $A = a^2 b$, où le produit ab n'est divisible par aucun carré, et en décomposant en facteurs premiers idéaux (ou existants) α, β, γ les nombres p premiers ordinaires, je parviens aux résultats suivants :

» 1° p est un diviseur de b : $p = \alpha^3$, où α est le facteur commun de p et de $\sqrt[3]{A}$;

» 2° p est un diviseur de a : $p = \alpha^3$, où α est le facteur commun de p et de $\frac{\sqrt[3]{A^2}}{a} = \sqrt[3]{ab^2}$;

» 3° $p = 3k - 1$ ne divise pas A : $p = \alpha\beta$.

» Dans ce cas, α est le facteur commun de p et de $x - \sqrt[3]{A}$ et β le facteur commun de p et de $x^2 + x\sqrt[3]{A} + \sqrt[3]{A^2}$, où x est un nombre entier ordinaire, pour qui $\alpha^3 - A$ est divisible par p et n'est pas divisible par p^2.

» 4° $p = 3k + 1$ est un nombre algébrique premier, si A n'est pas un résidu cubique de p.

» 5° $p = 3k + 1 = \alpha\beta\gamma$, si $A \equiv 2, 4, 5, 7 \pmod 9$, 3 est cube d'un diviseur de $1 \pm \sqrt[3]{A}$.

» 6° $p = 3$, $A \equiv 2, 4, 5, 7 \pmod 9$. On a, $3 = \alpha^3$, α étant le diviseur commun de 3 et de $\sqrt[3]{A^2} - 1$.

» 7° $p = 3$, $A \equiv 10g, 19g \pmod{27}$, $g = \pm 1$. Dans ce cas $p = 3 = \alpha^2\beta$, où α est le facteur commun de Z et de $\frac{1 + g\sqrt[3]{A} + \sqrt[3]{A^2}}{3}$ et β est le facteur commun de 3 et de $\frac{(\sqrt[3]{A} - g)^2}{3}$.

» 8° $p = 3$, $A \equiv g \pmod{27}$, $g = \pm 1$. Dans ce cas $p = 3 = \alpha^2\beta$, où α est le facteur commun de 3 et de $\frac{1 - 2g\sqrt[3]{A} + 4\sqrt[3]{A^2}}{3}$ et β est le facteur commun de 3 et de $\frac{(2\sqrt[3]{A} + g)^2}{3}$.

» Je parviens à ces résultats en suivant les idées de Zolotareff.

» Quant à la forme des nombres entiers, qui dépendent de $\sqrt[3]{A} = \sqrt[3]{a^2b}$, elle est

$$Z + Y\sqrt[3]{a^2b} + Z\sqrt[3]{ab^2},$$

si $a^2b \equiv 2, 3, 4, 5, 6, 7 \pmod 9$ et

$$X\frac{1 + b\sqrt[3]{a^2b} + a\sqrt[3]{ab^2}}{3} + Y\sqrt[3]{a^2b} + Z\sqrt[3]{ab^2};$$

si $a^2b \equiv \pm \pmod 9$, X, Y, Z étant des nombres entiers ordinaires.

» Je remarque encore que, dans le domaine des nombres algébriques qui dépendent de $\sqrt[3]{3}$ et de $\sqrt[3]{10}$, tous les facteurs idéaux se réduisent aux nombres existants.

» On a, en effet,

$$
\begin{aligned}
2 &= (\sqrt[3]{3} - 1)(\sqrt[3]{3^2} + \sqrt[3]{3} + 1), \\
3 &= (\sqrt[3]{3})^3, \\
5 &= (-\sqrt[3]{3} + 2)(\sqrt[3]{3^2} + 2\sqrt[3]{3} + 4), \\
7 &= \text{nombre premier}, \\
11 &= (\sqrt[3]{3} + 2)(\sqrt[3]{3^2} - 2\sqrt[3]{3} + 4), \\
13 &= \text{nombre premier}, \\
17 &= (8\sqrt[3]{3^2} + 12\sqrt[3]{3} + 17)(8\sqrt[3]{3^2} - 12\sqrt[3]{3} + 1), \\
19 &= \text{nombre premier}, \\
23 &= (4\sqrt[3]{3^2} + 5\sqrt[3]{3} + 8)(-7\sqrt[3]{3^2} + 8\sqrt[2]{3} + 4), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
67 &= (\sqrt[3]{3} + 4)(4\sqrt[3]{3} + 5)(3\sqrt[3]{3^2} + 4\sqrt[3]{3} + 4).
\end{aligned}
$$

» J'indique ensuite ces exemples numériques pour les nombres complexes qui dépendent de $\sqrt[3]{10}$.

$$
\begin{aligned}
2 &= (\sqrt[3]{10} - 2)^3 (181 + 84\sqrt[3]{10} + 39\sqrt[3]{100}) \text{ l'unité complexe}, \\
3 &= \left(\frac{1 + \sqrt[3]{10} + \sqrt[3]{100}}{3}\right)^2 \frac{(\sqrt[3]{10} - 1)}{3}, \\
5 &= (5 + 2\sqrt[3]{10} + \sqrt[3]{100})^3 (1 + 6\sqrt[3]{10} - 3\sqrt[3]{100}) \text{ l'unité complexe}, \\
7 &= \text{nombre premier}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
37 &= (3 + \sqrt[3]{10})(13 + 6\sqrt[3]{10} + 3\sqrt[3]{100})(3 + 3\sqrt[3]{10} - 2\sqrt[3]{100}), \\
41 &= \frac{13 + 7\sqrt[3]{10} + 4\sqrt[3]{100}}{3} \times \frac{-37 + 23\sqrt[3]{10} - \sqrt[3]{100}}{3}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}
$$

» La théorie de la décomposition des nombres entiers, qui dépendent d'une racine cubique $\sqrt[2]{A}$, en facteurs premiers, peut être exposée d'une manière très simple et expéditive, en suivant les idées de Zolotareff. »

ÉLECTRICITÉ. — *Rapport entre l'unité électromagnétique et l'unité électrostatique d'électricité.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Cornu.

« Le rapport qui existe entre l'unité électromagnétique et l'unité électrostatique d'électricité est le même, comme il est facile de le voir, que le rapport du nombre qui exprime en unités électromagnétiques une différence de potentiel à celui qui exprime cette même différence en unités électrostatiques. C'est ce dernier rapport que j'ai mesuré.

» En vertu de la relation d'Ohm ($e = ir$), la mesure absolue en unités électromagnétiques a été ramenée à la mesure absolue d'une résistance (r) et à celle d'un courant (i); cette dernière mesure a été obtenue au moyen de mon électrodynamomètre absolu [1]. Pour la mesure de résistance j'ai admis que l'ohm vrai était les $\frac{106,3}{106}$ de l'ohm légal. Enfin la mesure en unités électrostatiques a été faite avec l'électromètre absolu de Sir W. Thomson. Voici la description de la méthode employée.

» Le courant fourni par une pile (A) de plusieurs centaines de petits éléments passe dans une grande résistance (R) composée de n résistances égales ($R' = 100\,000^{\omega}$). La différence de potentiel aux extrémités d'une de ces résistances R' était opposée à la force électromotrice d'une pile (B) de treize éléments Latimer Clark. La compensation, observée au moyen d'un électromètre capillaire, était produite et maintenue exactement en ajoutant ou retranchant, à l'aide d'un commutateur convenable, soit quelques éléments, soit une fraction d'élément à la pile A. Cette opération, dont un aide était chargé, assurait la constance du courant de la pile A pendant les mesures; la différence de potentiel aux extrémités de la résistance R, qui était mesurée à l'électromètre Thomson, valait ainsi exactement n fois la force électromotrice (E) de la pile B. Pour obtenir E, on comparait par opposition chacun des treize éléments de B, avec un latimer-clark étalon (T) pourvu d'un thermomètre, en complétant la légère différence par une dérivation prise sur un courant et en se servant d'un électromètre capillaire très sensible. Enfin la force électromotrice de l'élément T, donnée d'après sa température dans chaque expérience, était déterminée en valeur absolue de temps en temps (tous les trois mois environ) de la manière suivante. L'élément T était opposé à la différence de potentiel produite

---

(1) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1189; 1886.

aux extrémités d'une résistance (r) par le passage d'un courant (i), mesuré au moyen de l'électrodynamomètre absolu; la compensation observée au moyen d'un électromètre capillaire très sensible était obtenue et maintenue à l'aide d'un rhéostat placé dans le circuit du courant (i); cette opération, dont un aide était chargé, assurait l'invariabilité du courant (i) pendant la mesure à l'électrodynamomètre. La résistance (r), en fil nu, était placée dans un bain de pétrole dont la température, rendue uniforme par l'agitation, était mesurée; cette résistance a été, à plusieurs reprises, comparée aux étalons mercuriels de M. Benoît. La relation $e = ir$ fournissait la force électromotrice (e) de l'élément T.

» La mesure à l'électromètre absolu se faisait en alternant, à l'aide d'un commutateur soigneusement isolé, les communications entre les extrémités de la résistance R et soit le plateau attractif soit l'armature extérieure de la bouteille de Leyde de l'électromètre. De cette façon, le déplacement du plateau attractif mesurait le double de la force électromotrice (nE) existant aux extrémités de la résistance R. En croisant ainsi les expériences à des intervalles égaux (30 secondes), on éliminait l'erreur due à la déperdition, très faible du reste, de la bouteille de Leyde. Chaque détermination comprenait de dix à vingt expériences croisées.

» Après une étude de la disposition expérimentale, qui a duré plus de trois ans, deux séries définitives d'expériences ont été effectuées. La première (mai-juin 1890), comprenant vingt déterminations, a été faite en employant une résistance R d'un mégohm, aux extrémités de laquelle se trouvait une différence de potentiels de 189 volts; elle a donné comme résultat $v = 3,0093 \times 10^{10}$. La seconde (octobre-décembre), comprenant trente-trois déterminations, a été faite en employant comme résistance R deux mégohms, aux extrémités de laquelle se trouvait une différence de potentiel double de la précédente (378 volts); elle a donné sensiblement le même résultat ($v = 3,0091 \times 10^{10}$).

» Ce nombre $3,009 \times 10^{10}$ ne diffère que de $\frac{1}{600}$ du nombre trouvé par M. Cornu pour la vitesse de la lumière ($3,004 \times 10^{10}$); or, l'électromètre Thomson, tel qu'il est construit, ne permet pas une précision absolue supérieure à $\frac{1}{500}$ (les autres causes d'erreurs sont à peu près négligeables vis-à-vis des erreurs de la mesure électrométrique).

» Dans un prochain Mémoire, je donnerai les détails nécessaires sur la manière d'obtenir la tare de l'électromètre, sur les corrections que comporte cet instrument, sur la mesure du pas de la vis, etc.

» Ces expériences ont été faites à l'École Polytechnique, dans le labo-

ratoire de M. Potier. Qu'il me soit permis de remercier bien vivement M. Potier pour l'intérêt qu'il n'a cessé de porter à mon travail et pour son aimable hospitalité. »

PHYSIQUE. — *Sur la variation du point de fusion avec la pression.* Note de M. **B.-C. Damien**, présentée par M. Lippmann.

« L'appareil employé diffère peu de celui que j'ai décrit dans une Communication antérieure (voir *Comptes rendus*, 3 juin 1889). Les pressions sont mesurées par un manomètre étalonné de M. Cailletet. J'ai pu obtenir des pressions voisines de 200^{atm} au moyen d'une pompe de Natterer où les soupapes en ébonite, qui sont brûlées par de l'air comprimé, ont été remplacées par des soupapes en aluminium. L'appareil à fusion peut être isolé de la pompe par un robinet spécial et la pression peut y être maintenue aussi longtemps qu'on le veut. Une demi-heure suffit d'ailleurs pour faire un grand nombre de mesures par le simple jeu de robinets; chaque température de fusion, sous une pression donnée, est la moyenne de dix déterminations.

» I. Les substances étudiées, toutes fusibles à une température inférieure à 100°, sont : le blanc de baleine, la paraffine, la cire, la naphtaline, la mononitronaphtaline, la paratoluidine, la diphénylamine et la naphtylamine. La plupart d'entre elles ont été déjà étudiées par M. Batelli, mais sous de faibles pressions, inférieures à 16^{atm}.

» Les résultats des expériences peuvent se représenter par la formule

$$t = t_0 + a(p-1) - b(p-1)^2, \qquad (1)$$

où t_0 et t sont les températures de fusion sous les pressions 1^{atm} et p^{atm}.

» Le Tableau suivant donne les résultats obtenus avec le blanc de baleine et la comparaison des mesures directes avec les nombres calculés par la formule

$$t = 48^\circ,10 + 0,022034(p-1) - 0,0000166(p-1)^2.$$

Pressions.	Températures de fusion observées.	Températures de fusion calculées	Différences.
atm	°	°	
11	48,330	48,318	+ 0,012
20	48,644	48,512	+ 0,132
29	48,680	48,699	− 0,019

Pressions.	Températures de fusion observées.	Températures de fusion calculées.	Différences.
atm 43	48°,871	48°,996	— 0,125
56	49,363	49,162	+ 0,201
73	49,518	49,600	— 0,082
96	50,100	50,043	+ 0,057
111	50,141	50,323	— 0,182
141	50,900	50,859	+ 0,041
164	51,343	51,251	+ 0,092
182	51,382	51,544	— 0,162

» Pour les autres corps on a eu, pour les coefficients a et b de la formule générale :

	a.	b.
Paraffine	0,029776	0,0000523
Cire	0,020523	0,0000130
Naphtaline	0,035840	0,0000155
Mononitronaphtaline	0,021056	0,0000610
Paratoluidine	0,014215	0,0000430
Diphénylamine	0,024156	0,0000850
Naphtylamine	0,017012	0,0001030

» II. La forme parabolique de l'équation (1) conduit à des conséquences importantes, vérifiables en partie par l'expérience.

» On a, en effet,

$$\frac{dt}{dp} = a - 2b(p-1);$$

par conséquent, pour une pression p_c donnée par l'équation

$$p_c - 1 = \frac{a}{2b},$$

$\frac{dt}{dp}$ est nul.

» Si l'on considère, en outre, la formule de James Thomson, on voit que :

» 1° Pour des pressions inférieures à p_c, $\frac{dt}{dp}$ est positif; le volume spécifique du solide est plus petit que celui du liquide, la pression accroît le poids de fusion : c'est le type paraffine, blanc de baleine, etc.;

» 2° A la pression p_c, $\frac{dt}{dp} = 0$, les volumes spécifiques sont les mêmes à l'état solide et à l'état liquide;

» 3° Pour des pressions supérieures à p_c, $\frac{dt}{dp}$ est négatif; le corps diminue de volume en fondant, la pression abaisse le point de fusion : c'est le cas de la glace.

» En résumé, suivant la partie de la courbe considérée, un *même* corps peut présenter les deux types, blanc de baleine et glace, que l'on regardait comme distincts.

» Pour les quatre premiers corps, la vérification des conséquences précédentes est impossible : p_c est donnée par une extrapolation complètement en dehors des limites de l'expérience. On a, en effet,

	atm
Blanc de baleine	664,6
Paraffine	285,6
Cire	790,3
Naphtaline	1157,1

» Pour les trois suivants, on obtient, pour p_c, 175^{atm}, 166^{atm} et 143^{atm}; les mesures ayant été faites jusqu'à près de 190^{atm}, la vérification était facile et elle est aussi satisfaisante que possible.

» La naphtylamine permet une vérification plus complète encore.

» La formule générale donne $t = t_0$, pour $p' = \frac{a}{b} + 1$; alors le point de fusion est le même qu'à la pression atmosphérique. Au delà, la température de fusion est inférieure à t_0. On a ici, d'après la formule,

$$p_e = 83^{atm},5 \quad \text{et} \quad p' = 166^{atm}.$$

» On a trouvé :

p.	t calculé.	t observé.	Différences.
	°	°	°
1	»	49,75	»
62	50,404	50,487	+0,083
81	50,451	50,543	+0,092
93	50,443	50,329	−0,114
143	50,033	50,012	−0,026
166	49,752	49,834	+0,082
173	49,629	49,646	+0,017

» III. J'ai également étudié quelques alliages fusibles au-dessous de 100°, notamment ceux de Lipowitz

$$(Bi^{11}Pb^6Sn^5Cd^4)$$

et de Wood

$$(Bi^4PbCd^2Sn^2).$$

Malheureusement la liquation empêche les fusions successives et les expériences manquent de précision. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'acide bromhydrique sur le chlorure de silicium*, Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« La théorie permet de prévoir l'existence de trois chlorobromures de silicium Si^2Cl^3Br, $Si^2Cl^2Br^2$, Si^2ClBr^3; les deux premiers ont été obtenus par M. Friedel dans l'action à 100° en tube scellé du brome sur le silicichloroforme; le premier, résultat de substitution du brome à l'hydrogène $Si^2HCl^3 + 2Br = Si^2Cl^3Br + HBr$, le second résultant de l'action de l'acide bromhydrique ainsi formé sur ce chlorobromure

$$Si^2Cl^3Br + HBr = Si^2Cl^2Br^2 + HCl.$$

» Les trois chlorobromures m'ont été tous trois fournis par l'action de HBr sur Si^2Cl^4.

» L'acide bromhydrique sec est sans action à la température ordinaire sur Si^2Cl^4; mais la substitution partielle du brome au chlore s'obtient à température élevée, grâce à la différence des chaleurs de formation des acides chlorhydrique et bromhydrique et de la dissociation partielle de ce dernier à la température où l'on opère.

» On dirige à travers un tube de porcelaine chauffé au rouge un courant de HBr entraînant des vapeurs de Si^2Cl^4; le produit, légèrement coloré par du brome, est formé en majeure partie de Si^2Cl^4 que l'on soumet à un nouveau traitement semblable et ainsi de suite : le produit brut est mis à digérer avec du mercure, puis soumis à des distillations fractionnées répétées qui permettent d'en séparer Si^2Cl^4, le reste étant formé en majeure partie du premier chlorobromure Si^2Cl^3Br, et, pour obtenir les chlorobromures suivants en quantité notable, il est utile d'isoler complètement ce premier chlorobromure et d'opérer sur lui comme on l'a fait précédemment sur Si^2Cl^4.

» On sépare assez aisément par des distillations fractionnées le chlorobromure Si^2Cl^3Br, qui bout à + 80° de Si^2Cl^4 bouillant à + 59°; ce chlorobromure ne se solidifie pas à — 60°.

» Le chlorobromure $Si^2Cl^2Br^2$ a été indiqué comme bouillant vers 100°; je crois pouvoir fixer son point d'ébullition comme compris entre 103° et 105°; il ne se solidifie pas à — 60°.

» Il m'a été impossible de séparer le dernier chlorobromure Si^2ClBr^3, du précédent par des distillations fractionnées, les portions successives distillant toujours dans des conditions à peu près identiques malgré la multiplicité des distillations.

» J'ai profité alors de ce que, refroidissant énergiquement le liquide qui avait distillé de 120°-130°, il se prenait en masse, tandis que $Si^2Cl^2Br^2$ ne se solidifie pas à — 60°, et, rejetant la tête et la queue de solidification, j'ai séparé de la portion intermédiaire par une distillation un liquide distillant de 126°-128°, se solidifiant sous l'action du froid en présentant un phénomène de surfusion marqué; on peut le refroidir à — 50° sans qu'il se solidifie; mais, à cette température, la moindre agitation le fait prendre en masse solide blanche cristalline, en même temps que le thermomètre remonte à — 39°, qui est la température de fusion de ce chlorobromure.

» Sa composition est représentée par Si^2ClBr^3, comme le montrent les analyses :

	Poids de subst.	Si pour 100.	$Ag\frac{Cl}{Br}$ pour 100.	Pr AgCl + 3AgBr pour 100.	
	1,114	9,21	»	»	
	0,744	»	237,23	Cl.... 11,90 Br.... 80,47	ε = 92,37
	1,092	»	236,10	Cl.... 11,84 Br.... 80,09	ε = 91,93
Théorie pour Si^2ClBr^3...	»	9,22	233,10	Cl.... 11,69 Br.... 79,07	ε = 90,76

» Le résidu de l'opération est formé, en majeure partie, d'oxychlorure de Si dont la formation est inévitable dans la préperation précédente.

» Le chlorobromure Si^2Cl^3Br donne une combinaison directe avec le gaz ammoniac sec; elle a pour composition $2Si^2Cl^3Br, 11AzH^3$, corps solide blanc amorphe décomposé par l'eau :

	AzH^3 pour 100.	Si pour 100.	$Ag\frac{Cl}{Br}$ pour 100.	Pr 3AgCl+AgBr pour 100.
	30,04	9,07	193,88	Cl... 33,38 Br... 25,07
	30,55	8,92	190,92	Cl... 32,87 Br... 24,69
Théorie pour $2Si^2Cl^3Br, 11AzH^3$....	30,35	9,09	»	Cl... 34,57 Br... 25,97

» Il donne une combinaison avec l'hydrogène phosphoré sous pression dans le tube Cailletet; à 0°, sous 25^{atm} ou à — 22° sous 17^{atm} de pression, tout le liquide se trans-

forme en un corps solide blanc qui persiste quand on cesse la compression, mais se résout en ses éléments si l'on vient à chauffer légèrement le tube.

» Le chlorobromure $Si^2Cl^2Br^2$ donne une combinaison ammoniacale

$Si^2Cl^2Br^2, 5AzH^3$:

	AzH^3 pour 100.	Si pour 100.	$Ag\binom{Cl}{Br}$ pour 100.	Pr 2AgCl+2AgBr pour 100.
	24,43	7,92	192,06	Cl... 20,56 Br... 46,35
	23,83	7,82	182	Cl... 19,49 Br... 43,92
Théorie pour $Si^2Cl^2Br^2, 5AzH^3$.....	24,70	8,13	»	Cl... 20,63 Br... 46,51

corps solide blanc amorphe décomposable par l'eau.

» Le chlorobromure Si^2ClBr^3 donne une combinaison ammoniacale

$2Si^2ClBr^3, 11AzH^3$:

	AzH^3 pour 100.	Si pour 100.	$Ag\binom{Cl}{Br}$ pour 100.	Pr AgCl+3AgBr pour 100.
	23,19	7,35	175,75	Cl... 8,81 Br... 59,61
	23,45	7,79	176,80	Cl... 8,87 Br... 59,97
Théorie pour $2Si^2ClBr^3, 11AzH^3$....	23,35	7,05	»	Cl... 8,92 Br... 60,45

corps solide blanc amorphe décomposable par l'eau.

» Poursuivant l'étude de l'action des acides bromhydrique et iodhydrique sur les chlorures et bromures de métalloïdes, j'ai été amené à tenter d'obtenir, avec le chlorure de bore, des composés analogues à ceux que j'ai obtenus avec le chlorure de silicium; mais $BoCl^3$ se prête mal à ces phénomènes de substitution à cause de sa stabilité; avec l'acide bromhydrique, et même au rouge vif, je n'ai obtenu aucun produit de substitution; avec l'acide iodhydrique au rouge, j'ai séparé, par distillation, de l'excès de chlorure de bore, une petite quantité d'un liquide coloré qui semble être un chloroiodure de bore. L'acide iodhydrique réagit beaucoup plus aisément sur le bromure de bore et donne des produits de substitution qui seront décrits prochainement en même temps que ceux obtenus avec le bromure de silicium. La substitution, qui est partielle avec les composés du bore et du silicium, est totale avec ceux du phosphore et de l'ar-

senic. Enfin, les combinaisons du gaz ammoniac et de l'hydrogène phosphoré avec le bromure de bore sont à l'étude. »

CHIMIE. — *Étude calorimétrique du chlorure platinique et de ses combinaisons.* Note de M. L. PIGEON, présentée par M. Troost (¹).

« I. Lorsqu'on projette dans l'eau le chlorure platinique anhydre, la dissolution se produit d'une façon très rapide, avec un vif dégagement de chaleur. La chaleur dégagée, à 18°, dans la dissolution d'une molécule de chlorure platinique est égale à $19^{cal},58$: moyenne de deux déterminations qui ont donné 19,41 et 19,76. Ces deux expériences ont été faites avec des échantillons de chlorure platinique obtenus par des méthodes entièrement distinctes : le premier résultait de la calcination de l'acide chloroplatinique $PtCl^4, 2HCl, 6H^2O$, dans une atmosphère de chlore, à 360°; le second avait été préparé en desséchant dans le vide, à 150°, l'hydrate $PtCl^4, 4H^2O$. Il est à remarquer que, lorsqu'on fait cette dissolution, la liqueur n'est pas entièrement limpide : il s'y forme un louche qui provient sans doute de la formation d'une trace d'oxychlorure. L'addition d'une très petite quantité d'acide fait disparaître le trouble; la liqueur redevient aussi tout à fait limpide lorsqu'on la chauffe légèrement ou qu'on l'abandonne à elle-même pendant quelques heures. En résumé, on a

$$PtCl^4 + Aq = PtCl^4 \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +19^{cal},58$$

» II. On peut conclure de ce nombre celui qui correspond à la formation du chlorure dissous à partir des éléments. J'ai fait voir (*Comptes rendus*, t. CX, p. 77) que l'on a

$$Pt + Cl^4 = PtCl^4 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +59^{cal},82$$

» On a donc

$$Pt + Cl^4 + Aq = PtCl^4 \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +79^{cal},40$$

» Cette dernière réaction a été soumise à une vérification directe, servant de contrôle pour les opérations précédentes. La réduction de la liqueur aqueuse par le cobalt a dégagé, vers 18°, $109^{cal},98$. Ce nombre est la moyenne de deux déterminations, qui ont donné 109,68 et 110,28. Or, d'après Thomsen, la formation du chlorure de cobalt dissous, à partir

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

du métal, du chlore et de l'eau, correspond, pour 2 molécules, à $189^{cal},64$ dégagées. On trouve ainsi que

$$Pt + Cl^4 + Aq = PtCl^4 \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +79^{cal},66$$

résultat qui est d'accord avec le précédent.

» III. Il existe, comme l'a montré Norton en 1870 (*Journal für praktische Chemie*, t. II, p. 469), un hydrate cristallisé de chlorure platinique. Il répond à la formule $PtCl^4, 4H^2O$. On l'obtient en faisant réagir sur une molécule d'acide chloroplatinique deux molécules de nitrate d'argent en liqueur aqueuse. Ces cristaux se dissolvent dans l'eau avec une faible absorption de chaleur. On a

$$PtCl^4, 4H^2O + Aq = PtCl^4 \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -1^{cal},74$$

» En comparant ce nombre avec celui que donne la dissolution du chlorure anhydre, on trouve

$$PtCl^4 \text{ solide} + 4H^2O \text{ liquide} = PtCl^4, 4H^2O \text{ solide.} \quad +21,32$$

» IV. Lorsque l'on fait réagir une molécule de chlorure platinique sur deux molécules d'acide chlorhydrique ou d'un chlorure alcalin dissous, le produit de la réaction étant également dissous, on doit obtenir, d'après Thomsen, le même dégagement de chaleur. Ce résultat a été établi par l'auteur, non par une expérience, puisque le chlorure platinique n'était pas connu de lui à l'état libre, mais par un raisonnement que l'on peut résumer comme il suit. L'acide chloroplatinique $PtCl^4, 2HCl, 6H^2O$ exige pour sa saturation deux molécules de soude, comme l'acide chlorhydrique qu'il contient. La chaleur dégagée est aussi la même dans les deux cas, l'expérience ayant fourni les nombres 27,2 et 27,4. Supposons alors formés les deux cycles suivants :

$$\begin{cases} PtCl^4 + 2HCl \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots & Q \\ PtCl^6H^2 \text{ dissous} + 2NaOH \text{ dissous} \ldots\ldots & Q' \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2HCl \text{ dissous} + 2NaOH \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots & Q_1 \\ PtCl^4 + 2NaCl \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots & Q'_1 \end{cases}$$

» On vient de voir que $Q' = Q_1$; donc $Q = Q'_1$.

» On peut vérifier directement, au calorimètre, que la chaleur dégagée est sensiblement la même lorsqu'on réduit par le cobalt, le chloroplati-

nate de soude et celui de potasse. Ce dernier corps est assez soluble dans l'eau pour que l'opération réussisse. On trouve ainsi

$$Pt + Cl^4 + 2NaCl \text{ dissous} = PtCl^4, 2NaCl \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots + 85,09$$
$$Pt + Cl^4 + 2KCl \text{ dissous} = PtCl^4, 2KCl \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots + 83,33$$

et, par conséquent,

$$PtCl^4 + 2NaCl \text{ dissous} = PtCl^4, 2NaCl \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots + 25,29$$
$$PtCl^4 + 2KCl \text{ dissous} = PtCl^4, 2KCl \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots + 23,53$$

On a d'ailleurs

$$PtCl^4 + 2HCl \text{ dissous} = PtCl^4, 2HCl \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots + 24,8$$

» V. Lorsqu'on prépare l'hydrate de chlorure platinique par la méthode de Norton, la liqueur qui provient du mélange est d'abord incolore et exempte à la fois de platine et d'argent; elle contient un précipité jaune que l'on doit regarder comme du chloroplatinate d'argent. Cette réaction, opérée au calorimètre, dégage $14^{cal},33$. On en conclut que l'union du chlorure platinique avec le chlorure d'argent dégagerait $7^{cal},42$.

» Ce premier état de la liqueur se modifie par la suite. A la longue, surtout si l'on chauffe, le précipité jaune devient plus clair en même temps que la liqueur incolore devient jaune. On s'explique cette curieuse réaction si l'on remarque que l'union du chlorure platinique avec l'eau dégage une quantité de chaleur très considérable, de sorte que l'on a

$$PtCl^4, 2AgCl + Aq = PtCl^4, Aq + 2AgCl \ldots\ldots\ldots + 12^{cal},16$$

réaction qui est, comme on le voit, fortement exothermique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du rhodium par voie électrolytique.* Note de MM. A. Joly et E. Leidié, présentée par M. Troost.

« Le rhodium peut être dosé avec une très grande précision dans les combinaisons qui ne renferment pas d'autres métaux que les métaux alcalins, par voie d'électrolyse. Examinons tout d'abord le cas du sesquichlorure ou de ses combinaisons avec les chlorures alcalins.

» La dissolution aqueuse est acidulée légèrement par l'acide chlorhydrique; pour que le dépôt métallique, formé au pôle négatif, soit bien cohérent, il ne faut pas que la concentration dépasse 4^{gr} de métal par litre; au début de l'électrolyse, la température a été portée à 50°-60°, et l'in-

tensité du courant a été de $0^{amp},05$; puis l'opération a été terminée à la température ordinaire et l'intensité du courant portée à $0^{amp},1$.

Électrolyse du chlorure double $RhCl^3, 2KCl$.

Volume.	Rh calculé.	Rh trouvé.
cc	gr	gr
50	0,0544	0,0543
50	0,0660	0,0660
60	0,0603	0,0601
60	0,2093	0,2091
60	0,2093	0,2090

» Soit encore l'analyse du chlorure $RhCl^3, 3KCl + \frac{3}{2}H^2O$:

Poids du sel hydraté	0,2412		0,2928	
Rhodium déposé	0,0543	22,51 p. 100	0,0665	22,71 p. 100
Chlorure de potassium	0,1168	48,42	»	
Poids du sel desséché à 110°.	0,2513	23,99	»	
Rhodium déposé	0,0603	»	»	

» Calculé : *sel hydraté* Rh = 22,39; KCl = 48,58; *sel anhydre* Rh = 23,78.

» Le chlorure alcalin est dosé par évaporation de la liqueur électrolysée et l'on peut, par l'examen du résidu salin, s'assurer que la séparation du métal a été complète.

» L'électrolyse réussit tout aussi bien avec les chlorures doubles formés, avec le chlorure de sodium et le chlorure d'ammonium.

» Lorsqu'on se propose non plus de doser, mais de séparer le métal d'un de ses chlorures doubles, on peut, sans inconvénient, opérer en liqueur plus concentrée; le dépôt est alors plus cristallin, mais moins adhérent.

» Un grand nombre de combinaisons du rhodium pouvant être ramenées à l'état de chlorure ou de chlorure double alcalin, les opérations précédentes s'appliquent au dosage du rhodium dans bien des cas. C'est ainsi que pour l'analyse des azotites doubles alcalins dont l'un de nous a fait l'étude, le dosage électrolytique du rhodium a été employé avec la plus grande rigueur.

	Rh trouvé.	Rh calculé.
Azotite potassique	0,2078	0,2093
	0,2101	0,2093
Azotite ammonique	0,2382	0,2396
	0,2388	0,2396
Azotite sodique	0,2312	0,2316
	0,2314	0,2316
Azotite barytique	0,1789	0,1776
	0,1779	0,1776

» Ce dosage du rhodium en liqueur chlorhydrique, est analogue au dosage du platine qui peut être réalisé dans des conditions presque identiques. Depuis plus d'une année, tous les dosages de platine et de rhodium effectués au laboratoire de Chimie de l'École Normale, l'ont été par cette méthode.

» Le rhodium peut aussi s'électrolyser en *liqueur sulfurique;* et ce fait présente quelque intérêt en raison du mode même de séparation du rhodium des autres métaux du platine, à l'aide du bisulfate de potasse. Le seul inconvénient que présente la méthode électrolytique, c'est que le sulfate de rhodium n'est stable qu'en présence d'un grand excès d'acide libre, et que le dépôt manque quelquefois d'adhérence. On obtient cependant de bons résultats en opérant très lentement le dépôt. L'électrolyse d'une dissolution renfermant, sous le volume de 60^{cc}, $0^{gr},2356$ de rhodium et $3^{gr},6$ de SO^4H^2 total, a exigé quarante-huit heures.

» En *liqueur azotique*, suivant la concentration, on peut obtenir ou non une électrolyse.

» Si la liqueur renferme plus de 20 pour 100 d'acide libre (25 pour 100 dans le cas où l'on a expérimenté), le dépôt de rhodium est nul.

» La proportion d'acide dépassant 10 pour 100, le dépôt métallique se fait difficilement; en vingt-quatre heures on a déposé, avec une intensité de $0^{amp},2$,

$0^{gr},0014$ rhodium en présence de	11,25 pour 100 AzO^3H	}	Volume électrolysé
$0^{gr},0012$ »	15,84 »	}	60^{cc}.

au lieu de $0^{gr},2500$.

» En trente-six heures, on a déposé ($0^{amp},2$),

$0^{gr},0498$ rhodium en présence de	3,53 pour 100 AzO^3H	}	Volume électrolysé
$0^{gr},0428$ »	6,25 »	}	60^{cc}.

au lieu de $0^{gr},2500$.

» Dans le cas des fortes acidités, la liqueur prend une couleur verte intense.

» Si le rhodium se trouve engagé dans une combinaison avec l'acide oxalique, le dépôt du métal au pôle négatif est nul; mais la liqueur verdit et l'on recueille au pôle positif un dépôt vert foncé qui se dissout dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore, et, par conséquent, est un peroxyde de rhodium.

» En résumé, c'est sous la forme de chlorure et de sulfate que doivent se présenter les dissolutions du rhodium pour être utilisées au dosage électrolytique. Dans ce cas, un excès d'acide retarde, sans l'empêcher, le dépôt du métal, et la décomposition s'effectue sans donner autre chose que du métal au pôle négatif et les produits de décomposition de l'acide au pôle positif.

» Cette étude sur la séparation électrolytique du rhodium est la première phase d'un travail très étendu que nous avons entrepris sur la séparation des métaux du platine entre eux ou avec les métaux communs qui les accompagnent dans leurs minerais ou que l'on introduit dans le cours de leur préparation, tels que cuivre, plomb, fer, bismuth, zinc. Nous montrerons dès maintenant comment, par l'emploi simultané de la méthode électrolytique ou de réactions chimiques simples, l'analyse d'un mélange ou la préparation industrielle des métaux du platine peut être réalisée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un amidoisoxazol.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Friedel.

« Dans des Communications antérieures, nous avons fait connaître, M. Bouveault et moi, les propriétés du propionylpropionitrile, et principalement sa condensation avec diverses amines. L'action de l'hydroxylamine sur ce même corps m'a fourni des résultats intéressants que je résume dans la Note actuelle.

» Si l'on dissout le propionylpropionitrile dans la potasse concentrée et que l'on ajoute à la solution du chlorhydrate d'hydroxylamine, le liquide s'échauffe fortement et il se sépare une couche huileuse que l'on décante. Le liquide, épuisé à l'éther, lui cède encore une petite quantité du même composé. Pour le purifier, on fait passer dans la solution éthérée un courant de gaz chlorhydrique qui précipite son chlorhydrate à l'état de pureté; celui-ci, décomposé par la potasse, régénère le produit de condensation à l'état de pureté.

» Il cristallise en longues aiguilles, restant aisément en surfusion, fondant à 44° et bouillant à 180° sous une pression de 200^{mm} de mercure. Il est un peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, insoluble dans le pétrole. Sa composition répond à la formule

$$C^6H^{10}Az^2O$$

ayant fourni à l'analyse les chiffres suivants :

		Théorie.
C	57,39	57,14
H	8,3	7,93
Az	22,37	22,25

» Cette formule est celle de la monoxime du propionylpropionitrile

$$C^2H^5\text{–}C(AzOH)\text{–}CH(CH^3)\text{–}CAz.$$

J'indiquerai plus loin les raisons qui m'empêchent d'admettre cette constitution. Ce corps forme un chlorhydrate bien cristallisé renfermant 21,43 de chlore (la théorie pour $C^6H^{10}Az^2O, HCl$ indique 21,60) et un chloroplatinate peu soluble dans l'eau, cristallisé en octaèdres orangés. Le chlorhydrate et le chloroplatinate sont peu stables en solution; au bout de quelque temps la solution brunit et le corps primitif s'est dédoublé. Ce dédoublement s'obtient plus aisément en chauffant l'oxime avec de l'acide chlorhydrique à 120°; il se forme du chlorure d'ammonium, de la diéthylcétone et du chlorhydrate d'hydroxylamine.

» Le chlorure d'acétyle se fixe sur l'oxime en solution éthérée; il se précipite un corps fusible à 160°-162°, peu soluble dans l'eau, l'éther et le chloroforme, très soluble dans l'alcool et dans l'acétone dont il se dépose bien cristallisé. Un dosage d'acide acétique dans ce corps a fourni 39,04, la théorie pour $C^6H^9Az^2O(C^2H^3O)$ exigeant 35,71.

» L'acide nitreux réagit énergiquement sur l'oxime en solution dans l'acide chlorhydrique étendu; il se sépare un corps en lamelles jaunes fusibles à 65°, détonant violemment au-dessus de 100° et ne pouvant être distillé même dans le vide. L'analyse a fourni pour ce composé les chiffres suivants :

		Théorie pour $C^{12}H^{16}Az^4O^4$.
C	54,41	54,54
H	6,08	6,06
Az	21,27	21,21

» Ce composé se dissout dans les alcalis avec une coloration rouge et en est précipité par les acides; les divers réactifs que l'on fait agir sur ce composé le résinifient, et nous n'avons pu établir sa constitution.

» L'oxime en solution dans l'éther anhydre fixe 1 molécule de brome et laisse déposer un dibromure, sur lequel nous revenons plus loin.

» La plupart des réactions ci-dessus ne s'accordent pas avec la constitution de la monoxime du propionylpropionitrile. Un tel composé devrait, en effet, se combiner avec la potasse comme toutes les oximes; il ne devrait pas être basique; enfin, ce corps étant saturé ne devrait pouvoir fixer de brome. Ces diverses réactions s'expliquent, au contraire, aisément de la façon suivante. La monoxime qui prend d'abord naissance fixe 1 molécule d'eau

$$\begin{aligned} &C^2H^5\text{–}C(AzOH)\text{–}CH(CH^3)\text{–}CAz + H^2O \\ &= C^2H^5\text{–}C(AzOH)\text{–}CH(CH^3)\text{–}COAzH^2 \end{aligned}$$

et le corps ainsi formé perd 1 molécule d'eau sous l'action de la chaleur ou de la potasse concentrée

$$C^2H^5\text{–}C(AzOH)\text{–}CH(CH^3)\text{–}COAzH^2 = \begin{array}{l} CH^3 - C = C\langle^{AzH^2} \\ C^2H^5 - \overset{|}{C} = Az\rangle O \end{array}.$$

» Ce corps, isomère de l'oxime primitive, serait le méthyléthylamidoisoxazol et posséderait bien les propriétés que nous avons constatées chez le produit de la réaction; il n'offre pas de propriétés acides, possède un groupe AzH^2 faiblement acide à cause du voisinage de l'oxygène; enfin il peut fixer deux atomes de brome, toutes propriétés que nous avons constatées.

» Le corps qui résulte de l'action du brome sur l'amido-isoxazol est amorphe; si on le traite par l'eau froide, il se dédouble quantitativement d'après l'équation

$$C^6H^{10}Br^2Az^2O + H^2O = AzH^4Br + C^6H^8BrAzO^2;$$

le corps qui se forme a donné à l'analyse

		Calculé.
C	34,95	35,08
Az	6,73	6,79
Br	38,85	38,83

c'est donc la bromométhyléthyloxazolone

$$\begin{array}{l} CH^3-CBr-CO \\ C^2H^5-\overset{|}{C}=Az \end{array}\rangle O.$$

Elle cristallise en octaèdres volumineux, très réfringents, insolubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, fusibles à 41°

et se décomposant avant de distiller, même dans le vide. Elle se dissout dans les bisulfites alcalins et donne un composé cristallisé avec le chlorhydrate d'hydroxylamine. L'amalgame de sodium lui enlève tout son brome et fournit deux composés cristallisés dont je poursuis actuellement l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi de la phénylhydrazine à la détermination des sucres.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Berthelot.

« L'action de la phénylhydrazine sur les sucres réducteurs, découverte il y a quelques années à peine par M. Fischer, et devenue aujourd'hui classique, offre le seul moyen connu de précipiter ces corps, sous une forme définie, des solutions où ils se trouvent mélangés à d'autres substances. Les osazones que l'on obtient ainsi sont ordinairement peu solubles dans les réactifs usuels, en sorte qu'il est facile de les obtenir pures lorsqu'on dispose d'une quantité de matière suffisante; mais, si le sucre à étudier est rare, s'il renferme surtout plusieurs corps réducteurs distincts, la recherche est plus délicate; on peut alors confondre plusieurs osazones à point de fusion voisin, par exemple la glucosazone avec la galactosazone; il devient enfin impossible, par le seul emploi de la phénylhydrazine, de distinguer la glucose ou la mannose d'avec la lévulose, seule ou mélangée à ses isomères; on sait, en effet, que ces trois sucres donnent, avec l'acétate de phénylhydrazine, la même phénylglucosazone fusible vers 205°.

» J'ai reconnu que le poids des osazones qui se précipitent, lorsqu'on chauffe pendant le même temps un poids donné de différents sucres réducteurs avec la même quantité de réactif hydrazinique, varie de l'un à l'autre entre des limites extrêmement étendues, tout en restant constant pour chacun d'eux si l'on opère dans des conditions rigoureusement identiques.

» On a donc, dans la pesée des osazones produites, un nouveau caractère particulièrement net et surtout comparatif des divers sucres à fonction d'aldéhyde ou d'acétone; les chiffres suivants ont été obtenus en chauffant pendant une heure, à 100°, 1^{gr} de sucre avec 100^{cc} d'eau et 5^{cc} d'une dissolution renfermant 40^{gr} de phénylhydrazine et 40^{gr} d'acide acétique cristallisable pour 100^{cc}.

» Après refroidissement du liquide, les osazones ont été recueillies sur

un filtre taré, lavées toutes avec 100^{cc} d'eau, enfin séchées à 110° et pesées :

Nature des sucres.	Poids des osazones.	Observations.
	gr	
Sorbine crist. (1)........	0,82	Trouble après 12 min.
Lévulose crist. (2)........	0,70	Précipité après 5 min.
Xylose crist. (3)..........	0,40	» 13 min.
Glucose anhydre (3)......	0,32	» 8 min.
Arabinose crist. (3)......	0,27	Trouble après 30 min.
Galactose crist. (3).......	0,23	Précipité après 30 min.
Rhamnose crist. (2)......	0,15	» 25 min.
Lactose crist.............	0,11	Ne précipite qu'à froid.
Maltose crist. (1).........	0,11	»

» Avec des solutions deux fois plus étendues, les différences relatives sont encore plus sensibles et les différents sucres viennent se ranger à peu près dans le même ordre, sauf la lévulose qui l'emporte alors d'une petite quantité sur la sorbine et vient ainsi prendre le premier rang.

» Il résulte de ces observations que la sorbine et la lévulose donnent infiniment plus d'osazones, pendant le même temps, que les autres sucres réducteurs; il sera donc facile de les caractériser de cette manière et de reconnaître leur présence ainsi, même dans des mélanges fort complexes où l'examen polarimétrique seul ne pourrait fournir que des indications incertaines.

» Il est remarquable que ces deux sucres soient précisément les seuls, parmi les isomères ou les homologues de la glucose actuellement connus, qui possèdent la fonction d'acétone; il n'y a pas lieu d'ailleurs de les confondre, car la glucosazone forme de belles aiguilles ordinairement visibles à l'œil nu, tandis que la sorbinazone, huileuse à chaud, ne donne jamais que des cristaux indistincts.

» La même méthode permettra également de distinguer la glucose de la galactose, dont l'osazone est aussi bien cristallisée et fond presque à la même température que la phénylglucosazone; enfin on observera que les saccharoses réductrices donnent moins d'osazones que les sucres non hydrolysables, et par conséquent que leurs produits d'interversion.

---

(1) Fournis par la maison Schuchardt.
(2) Fournis par la maison Billault.
(3) Préparés au laboratoire de M. Dehérain.

» C'est surtout dans cette étude des polyglucoses (*bioses* ou *trioses* de Scheibler) que ce nouveau mode d'emploi de la phénylhydrazine nous paraît avantageux : il suffit en effet de comparer le poids des osazones fournies par leurs produits de dédoublement à celui que donne dans les mêmes conditions un mélange de glucoses connues pour avoir une vérification très sûre des probabilités résultant de l'examen chimique et optique du mélange que l'on étudie.

» Toutes les polyglucoses que j'ai examinées à ce point de vue donnent des résultats fort nets : les nombres qui suivent sont relatifs à 1^{gr} de sucre, complètement interverti par l'acide sulfurique étendu, dissous dans 100^{cc} d'eau et additionné de 2^{gr} de phénylhydrazine, autant d'acide acétique, et 5^{gr} d'acétate de sodium cristallisé.

» Toutes ces dissolutions ont été comparées à des mélanges artificiels des glucoses correspondantes avec les mêmes quantités des mêmes réactifs; les osazones ont été, comme précédemment, recueillies après une heure de chauffe à 100° et pesées après lavage et dessiccation.

	Nature des sucres.	Poids des osazones.
		gr
I.	Saccharose ordinaire	0,71
	Glucose et lévulose (0^{gr},526 chacun)	0,73
II.	Maltose	0,55
	Glucose (1^{gr},052)	0,58
III.	Raffinose cristallisée (¹)	0,48
	Lévulose, glucose et galactose (0^{gr},303 chacun)	0,53
IV.	Lactose cristallisée	0,38
	Glucose et galactose (0^{gr},500 chacun)	0,39

» On voit que l'accord est, pour chaque saccharose, aussi satisfaisant que possible; les nombres obtenus avec les produits d'interversion sont toujours un peu faibles, à cause de l'action destructive que l'acide sulfurique exerce sur les sels réducteurs, et en particulier sur la lévulose; les différences sont surtout sensibles lorsque le produit doit être chauffé longtemps avec l'acide sulfurique pour s'intervertir d'une manière complète; mais on peut toujours remédier en grande partie à ce léger défaut de la méthode en amenant les liqueurs à comparer, par des additions convenables d'eau, au même pouvoir réducteur.

» En étudiant ainsi la mélézitose, dont l'interversion, très lente, donne

(¹) Échantillon gracieusement offert par M. Lindet.

toujours naissance à des produits colorés, on a reconnu que deux solutions également réductrices et renfermant, l'une de la mélézitose intervertie, l'autre de la glucose pure (environ $0^{gr},15$ pour 20^{cc}), donnent en une demi-heure des poids de glucosazone égaux respectivement à $0^{gr},066$ et $0^{gr},064$.

» La mélézitoze donne donc uniquement de la glucose à l'interversion forte, ce qui est conforme aux conclusions déjà formulées par M. Alekhine (¹) ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles combinaisons obtenues avec certains sulfites métalliques et l'aniline.* Note de M. **G. Denigès**.

« Dans le cours de recherches entreprises sur l'action des réducteurs sur diverses matières colorantes dérivées de l'aniline, j'ai observé la formation d'une combinaison de sulfite de zinc et d'aniline remarquable par la facilité de sa préparation et sa cristallisation en belles lamelles hexagonales, malgré sa grande insolubilité et la rapidité de sa précipitation dans les milieux où elle prend naissance.

» Généralisant ce fait avec d'autres sulfites métalliques et les homologues de l'aniline et l'étendant aussi à d'autres sels d'acides polybasiques et à d'autres amines aromatiques secondaires et tertiaires, je suis arrivé à obtenir toute une série de nouvelles combinaisons du même ordre.

» Dans la présente Note, je m'occuperai seulement des composés formés par l'aniline et les sulfites de cuprosum, cadmium, zinc, manganèse, ferrosum, cobalt, nickel et mercuricum.

» Sauf le sulfite de zinc, les sulfites neutres des autres métaux que je viens de citer ne contractent pas de combinaison avec l'aniline.

» Les bisulfites, au contraire, s'y combinent aisément en fixant deux molécules d'aniline pour une molécule de bisulfite, excepté le sel mercurique qui n'en fixe qu'une.

» Ces combinaisons, au point de vue des résultats immédiats fournis par leur analyse et leur mode de formation, peuvent être représentées par la formule générale

$$(SO^3)^2M''H^2,\ 2\left\{Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ -H\\ \diagdown H\end{matrix}\right\}.$$

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XVII, p. 532.

» On les obtient aisément en traitant, par une solution aqueuse d'aniline, les bisulfites des métaux cités; mais on les obtient aussi facilement et plus commodément, à cause des matières premières mises en œuvre, en traitant, par de l'eau d'aniline, un mélange de bisulfite de soude et d'un sel soluble du métal que l'on veut unir à la base aromatique ou encore en saturant d'acide sulfureux la solution de ce sel et ajoutant une quantité suffisante d'eau d'aniline.

» Les corps obtenus se présentent tous en lamelles hexagonales très nettes, ils sont très peu solubles dans l'eau, l'alcool et tous les dissolvants neutres que j'ai essayés. Seules l'aldéhyde et l'acétone paraissent dissoudre certains d'entre eux, mais en contractant une combinaison, et ne peuvent les abandonner en nature par évaporation.

» Après lavage, on peut les essorer, mais il est préférable de les dessécher sur des plaques poreuses. Secs, ils sont très stables à la température ordinaire; la chaleur les dissocie.

» *Bisulfite de cuprosum et d'aniline* : $(SO^3)^2Cu^2H^2, 2\left\{Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ -H\\ \diagdown H\end{matrix}\right\}$. — On mélange 250^{cc} d'une solution bouillante de sulfate de cuivre à 10 pour 100, acidulée de 21 pour 100 d'acide sulfurique, avec 400^{cc} d'eau d'aniline également très chaude, à $2\frac{1}{2}$ pour 100 de base, enfin on ajoute 40^{cc} de bisulfite de soude (de densité 1,38) étendus avec 200^{cc} d'eau froide; il se forme aussitôt des lamelles hexagonales soyeuses blanc jaunâtre qu'on ne filtre et qu'on ne lave que lorsque le mélange est tout à fait froid; le précipité lavé est desséché rapidement en l'appliquant en couches minces sur des plaques poreuses. Le sel sec est, chose remarquable, inaltérable à l'air et à la lumière; il se dissout dans l'ammoniaque et l'acide chlorhydrique.

Composition.

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
SO^2	26,95	26,30	26,15
CuO	33,40	33,35	33,33
H	3,50	3,43	3,37
C	30,20	30,09	30,32

» *Bisulfite de cadmium et d'aniline* : $(SO^3)^2CdH^2, 2\left\{Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ -H\\ \diagdown H\end{matrix}\right\}$. — 12^{gr} de sulfate de cadmium ont été dissous dans 200^{cc} d'eau, la solution froide

est saturée de gaz sulfureux, puis additionnée de 1^lit,5 d'eau et d'une solution aqueuse d'aniline à 20^gr par litre jusqu'à cessation du précipité (il en a fallu environ 1^lit).

» Il se précipite aussitôt des lamelles hexagonales blanches, qui ont donné à l'analyse :

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
SO^2	27,84	27,52	27,82
SO^4Cd	45	45,05	45,22
Aniline	40,64	»	40,87

» *Bisulfite de zinc et d'aniline* : $(SO^3)^2ZnH^2, 2\left\{Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ -H\\ \diagdown H\end{matrix}\right\}$. — Il s'obtient comme le sel de cadmium, auquel il ressemble fortement.

Analyse.

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
SO^2	30,72	30,99	30,97
ZnO	19,90	19,50	19,67
Aniline	44,50	44,72	45

» Le bisulfite de manganèse et d'aniline est en lamelles hexagonales blanches, faiblement teintées de rose; il a pour composition

$$(SO^3)^2MnH^2, 2\left\{Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ -H\\ \diagdown H\end{matrix}\right\}.$$

» Le bisulfite de cobalt et d'aniline $(SO^3)^2CoH^2, 2\left\{Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ -H\\ \diagdown H\end{matrix}\right\}$ est d'un beau rose.

» Le bisulfite de ferrosum et d'aniline $(SO^3)^2FeH^2, 2\left\{Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ -H\\ \diagdown H\end{matrix}\right\}$ est jaune et ressemble un peu à l'oxalate ferreux.

» Le bisulfite de nickel et d'aniline $(SO^3)^2NiH^2, 2\left\{Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ -H\\ \diagdown H\end{matrix}\right\}$ se présente en croûtes cristallines d'une couleur jaune verdâtre.

» Ces quatre sels se préparent en traitant directement la solution étendue de leur sulfate ou de leur azotate par l'eau d'aniline et le bisulfite de soude. Leur analyse correspond rigoureusement à la composition indiquée.

» *Bisulfite de mercuricum et d'aniline* : $(SO^3)^2HgH^2, Az\begin{cases} C^6H^5 \\ H \\ H \end{cases} + Aq.$ — Il se distingue des sels précédents en ce qu'il ne contient qu'une molécule d'aniline, mais renferme une molécule d'eau de cristallisation.

» Il se présente sous forme de lamelles cristallines blanches obtenues en ajoutant 50^{cc} de bisulfite de soude à une dissolution de 15^{gr} de bichlorure de mercure dans 1^{lit} à $1^{lit},5$ d'eau, puis immédiatement après 500^{cc} d'eau tenant en dissolution 10^{gr} d'aniline. Au bout de très peu de temps il se forme un précipité volumineux en belles lamelles hexagonales, ayant donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
SO^2	27,06	27,06
Hg	43,54	43,28
Aniline	19,80	19,66

» Dans une prochaine Communication, je décrirai les composés parallèles avec les toluidines et la métaxylidine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une matière colorante violette dérivée de la morphine*. Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

« L'action de la paranitrosodiméthylaniline soit sur les phénols, soit sur les amines aromatiques, qui aboutit, comme on le sait, à la formation des indophénols et des safranines, méritait d'être expérimentée sur la morphine. La fonction phénolique bien démontrée de cette dernière, d'autre part la facilité avec laquelle elle s'oxyde sont autant de circonstances rendant intéressante l'intervention de la paranitrosodiméthylaniline.

» La réaction précisément n'aboutit à la formation ni d'un corps analogue aux indophénols, ni d'une safranine, mais bien à celle d'une azine ou d'une indamine. Nous ne sommes pas encore fixé sur ce dernier point, bien que la production d'une indamine nous paraisse plus probable.

» Ajoutons que la nature de la pseudomorphine, qui a été l'objet de nombreuses controverses, est particulièrement éclairée par la composition

de cette indamine, qui est une belle matière colorante violette répondant à une formule nettement définie.

» Les conditions les plus favorables à la production de cette matière colorante sont les suivantes : on fait bouillir pendant cent heures au réfrigérant ascendant, au sein de 500^{gr} alcool méthylique ou éthylique, 7^{gr} de morphine avec 5^{gr} chlorhydrate de paranitrosodiméthylaniline, soit poids moléculaire pour poids moléculaire.

» La solution a pris une teinte rouge. Il s'est formé un dépôt cristallin, offrant tous les caractères et la composition du tétraméthyldiamidoazobenzol signalé déjà par MM. Barbier et Vignon, en faisant réagir l'aniline sur la paranitrosodiméthylaniline pour la production de la phénosafranine [1]. Le liquide alcoolique isolé de l'azoïque par filtration est évaporé à siccité. On reprend par l'eau bouillante, qui laisse un résidu insoluble ; on filtre pour évaporer de nouveau à siccité et reprendre par de l'acide chlorhydrique pur étendu de deux fois son volume d'eau. La solution, d'un beau violet, est additionnée d'un excès de soude, qui précipite la matière colorante, peu soluble dans le chlorure de sodium formé. On lave à l'eau alcaline pour enlever la morphine libre, puis à l'eau distillée. On sèche et on épuise par l'alcool amylique, qui laisse une matière colorante bleue insoluble, et dissout la matière colorante violette. Évaporé, il abandonne cette dernière à l'état pur. En additionnant cette solution amylique de son volume d'alcool à 93°, puis d'éther et enfin d'une solution alcoolique de chlorure de platine, on précipite le chloroplatinate de la matière colorante. A l'analyse, nous avons obtenu :

Matière	0,4209
Pt	0,0961
Soit pour 100	22,83
La formule $PtCl^4(2HCl, Az \langle {C^6H^4, Az(CH^3)^2 \atop C^{17}H^{19}AzO^4}$ exige Pt pour 100.	23,02

» Cette matière colorante nous paraît comparable à la diméthylamidodiphénylimide ou vert de Bindschedler. De toute façon, il ne se forme pas de safranine, c'est-à-dire que deux molécules de morphine n'interviennent pas dans la réaction pour donner deux groupements de morphine unis au résidu de la paranitrosodiméthylaniline. D'un autre côté, la soudure n'a pas lieu par l'oxygène du groupe OH phénolique, comme dans

(1) Voir *Bulletin de la Soc. Chim.*, t. XLVIII, p. 636; 1887.

les indophénols, car la codéine, ou éther méthylique du groupement phénolique de la morphine, donne une matière colorante analogue que nous décrirons prochainement et dans laquelle le méthyle greffé sur l'oxygène empêche d'admettre la soudure de ce dernier avec l'azote. Par analogie il doit en être de même pour le violet de morphine.

» Il est logique d'admettre que cette matière colorante se forme grâce à la tendance de la morphine à donner une oxymorphine (Schützenberger), fait que Hesse interprète en démontrant que la morphine, en s'oxydant, perd en réalité deux atomes d'hydrogène pour faire de l'eau qu'elle retient énergiquement jusqu'à 130° de température.

» La composition de ce violet de morphine infirme, dans tous les cas, l'idée de Polstorff regardant la pseudomorphine comme deux molécules de morphine soudées avec perte de deux atomes d'hydrogène $(C^{17}H^{18}AzO^3)^2$. Si telle était la composition de la pseudomorphine, la paranitrosodiméthylaniline aurait dû donner une safranine avec la morphine et non une indamine.

» Ce violet de morphine est amorphe, un peu soluble dans l'eau, précipitable, comme beaucoup de colorants, par les solutions concentrées de sel marin. Il est très soluble dans les alcools méthylique, éthylique et amylique au sein desquels il revêt une teinte dichroïque très marquée. Rouge par réflexion, il est violet par transmission. Il teint directement la laine, la soie, le fulmi-coton. La teinte, qui est d'un beau violet très franc, est altérable à la lumière.

» Ce violet nous paraît être la première couleur dérivée d'un alcaloïde naturel ([1]).

» On peut l'envisager, en outre, comme une matière colorante dérivée du phénanthrène, puisque la morphine paraît construite sur le noyau phénanthrénique. La formation de ce violet de morphine a donc à ces points de vue un nouvel intérêt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une hématine végétale, l'aspergilline.* Note de M. **Georges Linossier**, présentée par M. A. Chauveau.

» A propos de ma récente Communication sur l'*aspergilline*, pigment des spores de l'*Aspergillus niger* (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 489), M. Phip-

---

([1]) Le bleu de morphine de MM. Chastaing et Barillot (*Comptes rendus*, t. CV, p. 1012) ne paraît pas être une matière colorante proprement dite.

son rappelle qu'il a décrit en 1879, sous le nom de *palmelline*, un pigment de l'algue *Palmella cruenta*, et ajoute qu' « il est évident que l'aspergilline est identique avec la palmelline, et qu'en conséquence le nom donné en premier lieu à cette substance curieuse doit être maintenu ».

» Or la palmelline, d'après M. Phipson, est rouge rose, d'aspect cristallisé au microscope, soluble dans l'eau. Sa solution, d'un rouge rose magnifique par transmission, jaune orangé par réflexion, se coagule par la chaleur, par l'alcool, l'ammoniaque et la potasse, mais non par l'acide chlorhydrique. Brûlée, elle laisse, comme les tissus végétaux en général, des cendres complexes dans lesquelles on reconnaît aisément de la chaux, du chlore et du fer. L'auteur ne fait allusion à aucune action particulière des agents réducteurs.

» L'aspergilline, comme l'hématine du sang, est noire, amorphe, insoluble dans l'eau. L'ammoniaque et la potasse la dissolvent, et les dissolutions, qui sont brunes, ne sont coagulées ni par la chaleur, ni par l'alcool. L'acide chlorhydrique les précipite. Brûlée, elle laisse des cendres constituées par l'oxyde de fer. Elle est réduite par l'hydrosulfite de soude, et le produit de la réduction absorbe énergiquement l'oxygène de l'air.

» Il ressort de ce parallèle que la palmelline de M. Phipson, bien loin d'être identique à l'aspergilline, ne présente avec cette substance, pas plus qu'avec l'hématine du sang, aucune analogie. »

CHIMIE. — *Influence exercée par la présence des sels minéraux neutres de potassium sur la solubilité du bitartrate de potassium.* Note de M. **Ch. Blarez.**

« Nous avons, dans une précédente Communication, représenté l'action exercée par le chlorure de potassium sur la solubilité de la crème de tartre par deux formules : l'une relative à de très petites quantités de ce sel, et l'autre à des proportions plus fortes. Cette dernière peut être écrite, sans grand changement, sous la forme

$$(1) \qquad Q_\theta = \frac{0,05 + 0,0000005\,\theta^3}{\sqrt{K}}.$$

» Pour l'obtenir, nous avons établi, en premier lieu, des séries d'expériences à température constante, en faisant varier la proportion de chlorure de potassium. L'examen des résultats nous a montré :

» 1° Que si l'on multipliait la quantité de crème de tartre dissoute par

la racine carrée du poids du potassium combiné dans le chlorure, on obtenait un produit constant, d'où cette première expression

$$\text{crème de tartre} \times \sqrt{K} = \text{const.}$$

» 2° Que cette constante variait et augmentait avec la température de laquelle elle dépendait. Cette dernière remarque nous a obligé d'étudier la courbe de solubilité de la crème de tartre dans une solution à titre connu (5 pour 100) de chlorure de potassium. La courbe obtenue peut se calculer avec la formule approchée que voici

$$Q_\theta = 0{,}03 + 0{,}0000032\theta^3.$$

» En tenant compte de ce que la quantité de potassium contenue dans 5^{gr} de chlorure est de $2^{gr},615$, dont la racine carrée est 1,63, nous avons pu avoir la formule de notre constante en fonction de la température. En effet, dans ces expériences, la crème de tartre dissoute à $\theta°$ étant égale à $(0{,}03 + 0{,}0000032\theta^3)$; et, d'un autre côté, la constante à $\theta°$ étant égale au produit du bitartrate potassique par la racine carrée du potassium, nous avons eu, en remplaçant ces deux quantités par leurs valeurs, l'expression complète nous permettant d'établir la formule indiquée dans notre précédente Note.

» Ces deux formules, par lesquelles nous représentons ces phénomènes, ne peuvent être qu'approchées seulement, car elles représentent des lois d'ordres distincts qui s'enchevêtrent mutuellement.

» Toutefois, le fait essentiel de ce qui précède, c'est que les phénomènes de solubilité qui répondent à la seconde formule dépendent uniquement de la température et du potassium. L'élément électronégatif qui lui est adjoint (le chlore, dans le cas actuel) ne paraît pas exercer une action manifeste. En conséquence, on pourrait établir *a priori* que, quel que soit le sel de potassium ajouté dans les solutions, les résultats généraux seront les mêmes, et que la solubilité sera modifiée également, si l'on ajoute des poids de sels divers renfermant la même quantité de potassium, c'est-à-dire des *quantités proportionnelles aux équivalents de ces corps*. C'est, en réalité, ce qui arrive.

» Nous avons étudié, à ce point de vue, l'action exercée par quelques sels de potassium neutres. De minimes quantités de l'un quelconque d'entre ceux dont nous allons parler ont pour effet d'insolubiliser un poids égal de crème de tartre, comme nous l'avons dit à propos de l'action du chlorure

de potassium. Des quantités plus importantes produisent des actions calculables par la formule (1).

» Voici, ci-dessous, les résultats de quelques expériences de contrôle :

Quantité de sel pour 100.	Potassium correspondant.	$\sqrt{k}$.	Température.	Trouvé pour 100.	Calculé pour 100.
		A. — Avec le bromure de potassium.			
gr 0,488	gr 0,160	0,400	° 21	gr 0,310	gr 0,312
0,915	0,300	0,550	»	0,222	0,223
1,525	0,500	0,706	»	0,174	0,177
2,000	0,654	0,810	13,5	0,076	0,076
2,135	0,700	0,835	21	0,129	0,139
3,050	1,000	1,000	15,25	0,068	0,067
4,000	1,300	1,140	14	0,053	0,055
		B. — Avec l'iodure de potassium.			
gr 1,004	gr 0,250	0,500	° 15,25	gr 0,148	gr 0,135
2,085	0,490	0,700	15	0,099	0,095
2,128	0,500	0,706	15,25	0,094	0,095
3,447	0,810	0,900	15	0,075	0,074
4,256	1,000	1,000	»	0,067	0,066
		C. — Avec le chlorate de potassium.			
gr 1,000	gr 0,320	gr 0,570	° 17	gr 0,146	gr 0,130
1,575	0,500	0,706	6,5	0,064	0,061
3,000	0,960	0,980	17	0,081	0,076
3,141	1,000	1,000	9	0,051	0,052
		D. — Avec l'azotate de potassium.			
gr 1,295	gr 0,500	gr 0,706	° 15,4	gr 0,114	gr 0,114
2,590	1,000	1,000	9	0,048	0,052
3,000	1,164	1,080	14,5	0,065	0,060
4,000	1,552	1,247	17	0,063	0,059

» Toutes ces expériences ont été faites en agitant pendant quarante-huit heures consécutives, dans une enceinte fermée, à température constante, les solutions salines avec un excès de tartre pulvérisé. Nous aurions pu joindre à ces Tableaux beaucoup d'autres nombres obtenus par le même mode opératoire ou bien par la méthode de cristallisation par refroidissement; mais, dans ce cas, les résultats sont beaucoup plus variables. Quels que soient, au reste, les soins qu'on apporte dans ces déterminations, il y

a presque toujours entre deux expériences consécutives de légères variations, et ce n'est que d'après un grand ensemble de résultats que l'on peut arriver à voir la marche du phénomène.

» En examinant attentivement le Tableau ci-dessus, on peut constater que le chlorure, le bromure, l'iodure, le chlorate et l'azotate de potassium, qui contiennent tous des radicaux monobasiques, produisent des effets qui répondent bien à la loi que l'étude faite avec le chlorure de potassium dans son action sur la solubilité du tartre nous a fait énoncer. En résumé, pour ces sels, une même influence exercée sur la solubilité du bitartrate potassique, toutes autres choses étant égales, est produite par des quantités de sels proportionnelles à leurs *poids moléculaires*. Ces phénomènes de solubilité se rattachent donc, comme beaucoup d'autres d'ordre tout différent, aux grandes lois générales qui régissent les équivalents, et il est plus que probable que ceci ne s'applique pas uniquement à la solubilité du bitartrate de potasse. C'est ce que, au reste, nous pourrons démontrer prochainement. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la caractéristique du vin de figue.* Note de M. **P. Carles.**

« A côté des raisins secs, qui pendant plusieurs années ont servi à la fraude des vins français, se trouvent les figues, que l'on emploie en abondance, en Algérie surtout, soit dans le même but, soit pour écouler de l'alcool en franchise de droits.

» Ces figues croissent en abondance dans les contrées méditerranéennes, mais on préfère celles de l'Asie Mineure qui sont plus communes encore et d'un prix plus modique par rapport à leur richesse saccharine.

» Lorsqu'on arrose ces fruits avec une quantité convenable d'eau tiède acidulée d'acide tartrique, ils entrent rapidement en fermentation et fournissent vite une boisson vineuse de 8° environ, si neutre et si peu coûteuse qu'elle défie toute concurrence viticole, algérienne ou autre. Si on la soumet à une analyse, même détaillée, on trouve qu'elle contient bien tous les éléments constituants du vin et que les légères différences que l'on relève dans leur proportion ne permettent de suspecter aucune fraude.

» La dégustation est aussi impuissante à affirmer son origine, surtout lorsque la vinosité du liquide a été relevée à l'aide d'un peu de vin normal. Or, au dire du président du comice agricole d'Alger, à l'instigation de qui

cette étude a été faite, c'est là ce que savent et pratiquent un grand nombre de viticulteurs sans vignes, au détriment des vrais colons algériens.

» La production du vin de figue est encore préjudiciable aux intérêts du Trésor. Les Algériens, en effet, ayant la faculté de viner leur récolte à 15°, présentent ce vin factice en autorisation de vinage, non seulement une fois, mais plusieurs fois de suite, après l'avoir dédoublé par mouillage, ce qui leur permet d'écouler facilement de l'alcool en franchise de droits.

» La Chimie montre cependant que la caractérisation du vin de figue n'est pas impossible et voici comment. Lorsqu'on évapore 100^{cc} de cette liqueur en consistance de sirop et qu'on l'abandonne en lieu frais et sec, le résidu, au lieu de rester liquide, non seulement se prend en masse dans les vingt-quatre heures, mais il présente encore la particularité de se diviser en îlots cristallins indépendants. Si, après avoir lavé ces cristaux à l'alcool froid à 85°, de façon à enlever la glycérine, un peu de sucre et les acides organiques, on épuise le résidu, mélangé de noir, par le même alcool bouillant, on en sépare, après évaporation de ce dissolvant, une substance cristallisable que ses propriétés organoleptiques, physiques et chimiques dénoncent comme formée de *mannite* pure.

» Depuis que M. Bourquelot a démontré le mode et l'époque de la production de ce sucre dans les champignons, il n'était pas difficile de prévoir que pareils phénomènes devaient se produire dans les figues, non seulement après leur cueillette, mais même déjà sur l'arbre, à partir du moment de leur maturité, et l'on pensait qu'une transformation analogue des glycoses doit avoir lieu dans d'autres fruits indigènes ou tropicaux, surtout dans ceux qui se conservent longtemps à l'état de fraîcheur dans les fruitiers.

» Mais, à cause de cela même, peut-on considérer cette mannite comme caractéristique du vin de figue? On l'a retrouvée, il est vrai, dans certains vins et nous l'avons extraite nous-même de quelques vins blancs girondins; mais, ici, comme dans les vins de raisins secs ou quelques autres vins normaux, ce n'a jamais été qu'exceptionnellement et à la dose de quelques décigrammes par litre, tandis que les vins de figue en contiennent de 6^{gr} à 8^{gr} par litre. Bien mieux, à l'aide d'expériences synthétiques, nous avons pu nous assurer que le dosage de cette mannite peut servir à déceler un coupage de vin normal algérien, avec moitié et même un quart de vin de figue. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un moyen de reconnaître la margarine mêlée au beurre.* Note de M. **R. Lézé**, présentée par M. Troost.

« Nous avons donné, il y a quelque temps déjà, le résultat des recherches entreprises pour découvrir les fraudes des beurres.

» Nous avons montré qu'en turbinant les beurres à la température de leur fusion, à la vitesse de 60^{m} environ par seconde et cela pendant une heure, on séparait la matière alimentaire en trois constituants : l'eau à la partie inférieure, une émulsion blanchâtre et enfin, au-dessus, la matière grasse purifiée. Nous avons montré que l'émulsion blanchâtre était maxima dans les beurres purs, nulle dans les margarines.

» Depuis notre Communication nous avons souvent vérifié l'exactitude de nos conclusions premières; mais il n'y avait pas à se dissimuler que la réalisation de ces expériences était difficile, puisqu'il faut posséder une écrémeuse à vapeur et un pasteurisateur.

» Nous nous sommes préoccupés de simplifier ce matériel coûteux et de diminuer le temps de l'opération.

» L'examen microscopique des margarines de commerce montre que ces graisses, qui sont préparées à la baratte, contiennent de fortes proportions d'air émulsionnées dans la masse et ces petites bulles d'air emprisonné donnent un aspect laiteux à la margarine récemment fondue; peu à peu, à la chaleur, l'air se dégage et la margarine prend l'aspect d'une huile.

» Pour mettre mieux ce phénomène en évidence, nous avons eu l'idée d'ajouter à la graisse fondue une substance assez avide d'eau pour hâter la séparation de l'eau que contiennent toujours les graisses alimentaires, dans la proportion de 10 à 12 pour 100 en moyenne; il fallait trouver une matière n'ayant, dans les circonstances de l'essai, aucune action désorganisatrice : le sirop de sucre, remplit très bien les conditions requises; il était à prévoir que le sirop de sucre, en hâtant la séparation de l'eau et en donnant avec elle une dissolution de densité assez forte, séparerait plus nettement l'émulsion blanchâtre dont nous avons parlé.

» L'action du sirop de sucre est, en effet, remarquable et des plus promptes.

» L'expérience nous a montré qu'on obtenait les réactions les plus nettes

avec du sirop de sucre bien saturé et employé dans la proportion d'un sixième environ du volume du beurre en expérience.

» On verse $1^{cc},5$ du sirop concentré dans un tube de verre bouché et portant un trait à 10^{cc}, on place ce tube dans un bain-marie tiède et l'on ajoute par petites portions le beurre à essayer, jusqu'à ce que le niveau atteigne le repère 10; le beurre fondant à mesure, ce point est très facile à observer.

» On bouche et l'on agite légèrement le tube chaud; puis, en l'attachant avec une ficelle, on le fait tourner quelques instants en fronde. Cette dernière opération est quelquefois même inutile.

» Le beurre pur se reconnaît aussitôt; la matière grasse est transparente et limpide, l'émulsion blanchâtre est volumineuse, bien rassemblée si l'on fait tourner suffisamment le tube.

» Dans les beurres margarinés, la matière grasse reste soluble et laiteuse : cette réaction est nette et sensible; nous n'avons, jusqu'à présent, pas éprouvé la moindre incertitude à condamner comme fraudés des beurres contenant 20 pour 100 et même 15 pour 100 de margarine et nous avons répété ces essais sur des beurres et des margarines d'origines très diverses. Les beurres salés donnent les mêmes réactions que les beurres frais. L'aspect de la matière grasse fondue est caractéristique, mais il y a plus.

» On sait que les oléo et les margarines du commerce présentent normalement le phénomène de la surfusion; elles communiquent cette curieuse propriété aux graisses et l'on remarque très bien, lorsque l'on fait des études comparatives, que des tubes préparés ensemble, fondus ensemble, se figent à des moments différents.

» Les beurres, en se refroidissant, deviennent pâteux et se troublent, et c'est eux qui deviennent opaques alors que les mélanges conservent une demi-transparence et leur aspect de matières fondues.

» De légers chocs imprimés de temps à autre à tous ces tubes montrent que les tubes à beurre sont pris, tandis que les graisses contenant de l'oléo sont encore à l'état liquide.

» Pour la facilité de ces expériences, nous avons fait construire des tubes bouchés composés de deux parties cylindriques de diamètres différents, mais de même longueur, 5^{cm}. La partie inférieure est étroite, elle comporte 3^{cc} divisés en dixièmes; c'est au moyen de cette graduation que l'on mesure le sirop de sucre; la partie supérieure, plus large, est simplement divisée en centimètres cubes jusqu'à 12.

» Nous avons fait également disposer des tubes de bois qui servent à recevoir ces tubes de verre que l'on doit faire tourner.

» Une forte ficelle tenue à la main permet de communiquer au tube une vitesse de 3^m à 4^m par seconde, bien suffisante dans ce cas.

» Nous avons indiqué la marche des opérations fournissant les meilleurs résultats, mais les chiffres et proportions peuvent être variés sans grand inconvénient, pourvu que l'on fasse agir du sirop de sucre sur la matière fondue; la réaction est toujours rapide et nette, elle peut se faire dans un verre ou même dans une assiette chauffée.

» Nous ne pouvons affirmer que ce procédé soit infaillible, mais nous pensons qu'un beurre ne se clarifiant pas doit être considéré comme suspect, et comme tel examiné plus à fond à l'analyse ou à l'oléoréfractomètre. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'épuration d'un flegme d'alcool de mélasse pendant le travail de la rectification.* Note de **Ed. Mohler**, présentée par M. Troost.

« Nous avons appliqué, à la détermination de la marche qui suit l'épuration d'un flegme d'industrie pendant le travail de la rectification, la méthode d'analyse des alcools présentée à l'Académie dans sa séance du 5 janvier 1891.

» Pour cela, nous avons chargé la chaudière de l'appareil à rectifier (système Savalle) avec une quantité de flegmes représentant la valeur de 100^{hlit} d'alcool à 100°, et, après les avoir neutralisés par addition de lessive de soude, nous les avons étendus d'eau jusqu'à production d'un volume total de 300^{hlit}.

» Le tout a été soumis à la distillation; cette opération a duré cinquante-trois heures, et l'alcool recueilli correspondant aux sept qualités que l'on appelle dans l'industrie *mauvais goûts de tête*, *moyens goûts de tête*, *surfin de tête*, *extra-fin*, *surfin de queue*, *moyens goûts de queue* et *mauvais goûts de queue*, mis à part chacun dans un broc spécial, dont on préleva 2^{lit} qui furent soumis à l'analyse.

» Le résultat de ces analyses, exprimé en grammes par hectolitre d'alcool à 100°, est consigné dans le Tableau suivant :

	Composition en grammes par hectolitre d'alcool à 100° des différentes qualités d'alcool formées pendant la rectification d'un flegme de mélasse.							Composition en grammes par hectolitre du flegme de mélasse et des eaux résiduaires.	
	Mauvais goûts de tête.	Moyens goûts de tête.	Surfin de tête.	Extrafin.	Surfin de queue.	Moyens goûts de queue.	Mauvais goûts de queue.	Flegme de mélasse.	Eaux résiduaires restées dans la chaudière.
Acides ou acide acétique.....	7,20	3,00	3,00	1,80	1,80	2,40	6,00	124,00	59,56
Éthers ou acétate d'éthyle......	267,50	79,2	13,2	5,20	8,8	13,60	70,40	59,0	16,63
Aldéhydes ou aldéhyde éthylique........	463,20	144,0	2,4	Traces très faibles.	0	Traces.	8,00	21,6	»
Furfurol........	0	0	0	0	Traces.	0,60	6,60	0,15	»
Alcools supérieurs ou alcool amylique.	0	0	0	0	2,58	2500,00	9000,00	337,00	»
Produits azotés ou ammoniaque.........	0,525	0,36	0,12	0,08	0,16	0,22	1,55	0,54	0,200
Total des impuretés par hectolitre.......	738,425	226,56	18,72	7,08	13,34	2516,82	9092,55	542,29	76,39
Volume en hectolitre de chaque qualité d'alcool passé à la distillation.........	1,63	8,55	24,20	28,32	27,84	5,52	1,91	97,97	200,00
Total des impuretés........	1203,63	1937,08	453,02	200,50	363,38	13892,84	17366,77	53128,15	15278,00

Impuretés passées dans l'alcool...............	35417,46
Impuretés restées dans les eaux résiduaires.....	15278,00
Total général........	50695,46

Impuretés contenues dans les flegmes...........	53128,15
Impuretés retrouvées dans les alcools et les eaux résiduaires..................................	50695,46
Perte et erreurs d'analyse......	2432,69

» Il ressort de ce Tableau que les alcools bon goût (surfins et extrafins), constituent 80 pour 100 du volume total du flegme soumis à la rectification et peuvent être considérés comme presque chimiquement purs, puisqu'ils ne contiennent qu'une proportion d'impureté variant de 70 à 189^{mgr} par litre;

» Que les mauvais goûts de tête ne renferment pour ainsi dire que des éthers et des aldéhydes et sont plus de dix fois moins impurs que les mauvais goûts de queue, qui contiennent une très grande quantité d'alcools supérieurs, principalement de l'alcool amylique, et une petite quantité d'éthers et d'aldéhydes à point d'ébullition élevé.

» Si l'on se reporte à l'analyse du flegme, on constate que, d'une part, le furfurol et les bases étant en quantité négligeable et, d'autre part, les acides libres très facilement enlevés par saturation à la soude, il ne reste plus, comme élément important, que les alcools supérieurs qui viennent en première ligne, puis les éthers et enfin les aldéhydes. L'analyse des alcools passés à la distillation fait ressortir que le surfin de tête et l'extrafin sont exempts d'alcools supérieurs, que le surfin de queue seul en contient une petite quantité, tandis que la presque totalité a passé sous le petit volume de $7^{hlit},43$ de moyens et mauvais goûts de queue.

» Il en résulte que l'importance de la proportion des alcools supérieurs, tout en étant quantitativement très grande, est cependant secondaire au point de vue de la rectification, puisque ces produits sont aussi facilement éliminables de l'alcool.

» Il en est de même pour les aldéhydes, dont la presque totalité se concentre dans les $10^{hlit},18$ de mauvais et moyens goûts de tête.

» Quant aux éthers, ce sont les produits qui paraissent être les plus difficiles à séparer de l'alcool par la rectification, puisqu'à eux seuls ils constituent les 70,74 et 65 pour 100 des impuretés passées dans les alcools bons goûts.

» Si maintenant on considère la totalité des impuretés passées à la distillation, on remarque qu'elle constitue les 66,65 pour 100 de la totalité des impuretés contenues dans le flegme.

» Parmi ces 66,65 pour 100 d'impuretés, 1,91 pour 100 seulement se retrouvent dans les 80^{hlit} d'alcools bons goûts produits pendant la rectification, tandis que la presque totalité, 64,74 pour 100, a passé dans les $17^{hlit},61$ d'alcools mauvais goûts.

» Les 33,35 pour 100 d'impuretés restant se retrouvent partiellement dans les eaux résiduaires restées dans la chaudière, le reste constitue la perte et les erreurs d'analyse.

» Ces eaux résiduaires contiennent, à l'état de sels de soude, la presque totalité des acides, et 39,1 pour 100 du poids total des éthers; elles renferment en outre 18,2 pour 100 des éthers à l'état libre et 75,6 pour 100 du poids total des vases.

» Ces 39,1 pour 100 d'éthers contenus dans les eaux résiduaires à l'état de sels de soude, proviennent de l'action du carbonate de soude formé pendant la neutralisation du flegme sur les éthers qui y sont contenus.

» Si l'on prend l'acidité du flegme en présence et en l'absence d'acide carbonique, la différence donne la quantité de soude qui, à l'état de carbonate, a saponifié une partie des éthers.

» En résumé, il résulte de ce travail que la rectification des flegmes donne des alcools bons goûts presque entièrement purs, dont la toxicité,

attribuable aux produits étrangers à l'alcool éthylique, peut être considérée comme nulle;

» Qu'au contraire les alcools mauvais goûts contiennent une très grande proportion de produits nocifs, étrangers à l'alcool éthylique;

» Que si les premiers étaient seuls livrés au commerce, ils constitueraient un danger moindre pour la santé publique, et qu'il existe une méthode analytique capable de reconnaître facilement la pureté des uns et l'impureté des autres. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle de la daubreelite.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Parmi les sulfures météoritiques, le plus caractéristique, parce qu'il ne fait pas partie, au moins jusqu'ici, de la minéralogie terrestre, est sans doute la daubréelite. C'est un composé où le fer et le chrome sont combinés au soufre et qui, entrevu par Shepard qui l'appelait *Schreibersite*, puis par de Haidinger qui l'appelait *Shépardite*, a été bien étudiée par Lawrence Smith. Sa constitution est celle du fer chromé où le soufre remplacerait l'oxygène.

» La synthèse expérimentale de ce composé intéressant avait, à mes yeux, d'autant plus d'importance, que son association avec les alliages de fer nickelé et avec la pyrrhotine indiquait l'intervention, lors de sa production naturelle, d'un ensemble de réactions compatibles avec celles qui ont produit ces autres substances. Le succès que j'ai obtenu paraît confirmer l'opinion déjà exprimée, que la fusion sèche n'est pas la voie par laquelle ont pris naissance les holosidères types, reconnaissables à la beauté des figures de Widmannstætten que dessinent les acides sur des surfaces polies. En d'autres termes, c'est par le moyen de réactions gazeuses que la daubréelite se produit artificiellement avec toutes ses propriétés naturelles.

» J'ai obtenu la daubréelite en traitant au rouge par l'hydrogène sulfuré : 1° un mélange en proportion favorable de protochlorure de fer et de sesquichlorure de chrome ; 2° le fer chromé naturel très finement pulvérisé ; 3° un alliage convenable de fer et de chrome. C'est cette dernière méthode qui fournit le résultat le plus satisfaisant.

» Déjà j'ai eu l'occasion de décrire l'alliage métallique dont il s'agit (1)

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 424; 1890.

et de signaler la grande facilité avec laquelle il procure, par simple oxydation dans la vapeur d'eau à la température rouge, la synthèse complète du fer chromé. J'ai opéré sur des feuilles métalliques très souples et très cohérentes produites sur les parois internes des tubes de porcelaine par la réduction, à l'hydrogène pur, du mélange des chlorures de fer et de chrome. L'alliage est mélangé d'un excès de fer métallique, qu'on aurait pu enlever à l'aide d'un acide, mais dont la présence n'avait ici aucun inconvénient.

» Après l'expérience, les feuilles métalliques n'ont pas perdu leur forme, mais elles sont devenues plus foncées en couleur et sont extrêmement fragiles. A la loupe, et mieux au microscope, on y reconnaît une structure entièrement cristalline et la coexistence de deux substances que leurs nuances distinguent aisément l'une de l'autre. L'une est à reflets bronzés et présente en divers points des contours hexagonaux très nets ; c'est de la pyrrhotine (troïlite) ; l'autre est en grains plus petits et parfaitement noirs. Ce mélange, soumis à l'acide chlorhydrique chaud, fournit un abondant dégagement d'hydrogène sulfuré et toute la pyrrhotine est bientôt dissoute ; il est remarquable que la liqueur contient une proportion sensible de chrome. Le résidu consiste en une fine poussière entièrement cristalline, noire, qui renferme peut-être un peu de sesquisulfure de chrome, mais qui est, avant tout, formée par la daubréelite cherchée.

» J'ai pu sans difficulté réunir plusieurs grammes de ce composé et en faire l'étude. Il présente tous les caractères de la daubréelite naturelle, provenant du fer météorique de Cohahuila et donnée au Muséum par Lawrence Smith. Sauf une couleur plus foncée, due sans doute à une plus grande ténuité de la poussière, l'aspect est le même ; la densité est sensiblement égale à 5. Au chalumeau, il est facile de reconnaître la présence simultanée du chrome, du fer et du soufre : une perle de sel de phosphore se colore en vert intense ; après calcination, la matière devient sensiblement magnétique ; enfin, sur le charbon, l'odeur de l'acide sulfureux est très nette. La solution dans l'acide azotique a permis le dosage du soufre sous la forme de sulfate de baryte et du fer sous celle de sesquioxyde : le chrome a été évalué par différence. Les résultats sont tout à fait voisins de ceux que réclame la formule FeS, Cr^2S^3 :

		Calculé.
Soufre	45,01	44,29
Fer	19,99	19,38
Chrome	35,00	36,33
	100,00	100,00

» Au microscope, l'aspect de la substance est remarquablement identique à celui de la daubréelite météoritique; c'est une poussière dont les grains anguleux, mais irréguliers, ne présentent qu'exceptionnellement des indices de formes cristallines. On voit des clivages très nets et très brillants.

» Il y a lieu d'insister sur l'association de ce sulfure avec la pyrrhotine, qui est son compagnon fidèle dans les fers météoriques. Dans le fer de Cohahuila un même rognon sulfuré est moitié de pyrrhotine et moitié de daubréelite. D'un autre côté, on remarquera qu'un fer à rognon sulfuré, s'il était soumis à la fusion, perdrait tous ses caractères, et à supposer (*ce qui est contraire aux faits*) qu'on arrive, par un refroidissement lent, à provoquer le départ par liquation des alliages associés, toujours reste-t-il manifeste que les sulfures, très fusibles et relativement peu denses, se sépareraient du métal, formeraient un enduit à la surface du culot et dans aucun cas ne se réuniraient en nodules dans ses parties centrales. Au contraire, une émanation gazeuse convenable se faisant jour dans un fer déjà constitué, fissuré et chauffé bien au-dessous de son point de fusion, produirait la cristallisation des sulfures. J'ai, à cet égard, de nouveaux résultats positifs qui seront publiés. Pour le moment, il suffit de constater que les faits précédents s'ajoutent à ceux qui concernent l'histoire des alliages de fer nickelé, celle du fer chromé et celle du platine ferrifère, pour permettre d'affirmer l'existence d'une catégorie nombreuse de roches de concrétion et non de fusion, représentée à la fois dans la série des météorites et dans l'épaisseur de la croûte terrestre. »

BOTANIQUE. — *Sur les* Clusia *de la section* Anandrogyne. Note de M. J. Vesque, présentée par M. Duchartre.

« La plupart des espèces ont les loges de l'ovaire multiovulées; quelques-unes seulement ne renferment que deux ovules par loge, et les loges peuvent même devenir monospermes par avortement. Deux de ces dernières, les *Cl. Ducu* Bnth. (Colombie) et *trochiformis* Vesque (Pérou, *Tovomita Spruceana* Engl.), ne semblent différer que par le nombre des bractéoles, l'épharmonie étant essentiellement la même, et trahissant une adaptation à des conditions moyennes : hypoderme de 3 à 4 assises, mésophylle environ 12-sérié, à 2-3 rangées de cellules en palissades décroissantes, stomates à peine plus grands que les cellules épider-

miques, pétiole grêle, ni ailé, ni marginé. Le *Cl. Pseudo-Havetia* Pl. et Tr. (Pérou) s'en distingue par la multiplication extraordinaire des assises cellulaires du mésophylle (plus de 20), par son hypoderme de 6-7 assises, et par un tissu aquifère qui occupe le tiers inférieur du mésophylle. Le *Cl. sphœrocarpa* Pl. et Tr. (Pérou) ressemble beaucoup plus au *Cl. Ducu ;* mais son inflorescence est plus pauvre, et les stomates sont sensiblement plus grands que les cellules épidermiques. Les deux dernières plantes se rattachent évidemment d'une manière indépendante au groupe *Ducu-trochiformis* qui occupe dans l'ensemble une position centrale et en représente le « groupe nodal ». A ces espèces viennent s'en rattacher deux autres, malheureusement moins bien connues, le *Cl. havetioides* Pl. et Tr. (Jamaïque) à anthères arrondies, comme chez le *Cl. Ducu* (non linéaires) à pétiole un peu dilaté; sa structure anatomique est peu différente de celle de cette dernière espèce. La position du *Cl. popayanensis,* que je ne connais que par la description de Planchon et Triana, est beaucoup moins certaine; il partage néanmoins avec le *Cl. Ducu* un caractère très rare chez les *Anandrogyne,* 4 bractéoles calycinales au lieu de deux, et me paraît, par conséquent, ne pas s'en éloigner beaucoup.

» Les cas incertains étant comptés, nous voyons donc partir du groupe nodal en question quatre branches indépendantes et monotypes.

» Si nous passons maintenant aux espèces à loges ovariennes multiovulées et à pétiole dilaté ou même entièrement supprimé, nous trouvons un groupe nodal de 3 espèces adaptées à des conditions moyennes : les *Cl. thurifera* Pl. et Tr. (Pérou), *latipes* Pl. et Tr. (Colombie) et *Mangle* L. C. Rich. (Guadeloupe), différant entre elles par la forme de la feuille et surtout par le raccourcissement graduel du pétiole; le *Cl. latipes* a en outre des graines ascendantes, ce qui est rare chez les *Clusia*. Trois branches partent de ce groupe nodal : 1° le *Cl. cassinoides* Pl. et Tr. (Pérou), de même épharmonie que le *Cl. thurifera*, mais à pétiole non marginé, à cuticule ornée de perles irrégulières et à stomates plutôt circulaires, non elliptiques; il constitue l'intermédiaire entre les groupes nodaux *thurifera* et *Ducu;* 2° le *Cl. elliptica* H. B. K. (Pérou), à pétiole court, ailé, de même épharmonie, mais un peu plus xérophile que le groupe nodal, à inflorescences 3-flores, à stomates plus grands que les cellules environnantes, à cuticule striée en dessus, perlée en dessous; 3° le *Cl. Pseudo-Mangle* Pl. et Tr. (Pérou), à stomates beaucoup plus grands que les cellules épidermiques, à feuilles semblables à celles du *Cl. Mangle,* mais de structure très différente : hypoderme de 5 assises, mésophylle de 25-30 assises, dont les

4 supérieures en palissades. Cette lignée hélio-xérophile se continue par le *Cl. multiflora* H. B. K. (Quindiù), chez lequel ces caractères sont encore exagérés, jusqu'au *Cl. alata* Pl. et Tr. (Colombie). Chez ces deux dernières espèces, les cellules de l'épiderme supérieur sont divisées verticalement par une multitude de cloisons parallèles, orientées de manière à laisser apparaître le contour des cellules primordiales (simple exagération de ce qui existe à l'état d'ébauche chez d'autres *Clusia*).

» Le même caractère se retrouve chez le *Cl. Pavonii* Pl. et Tr. (Pérou), dont le mésophylle est beaucoup moins développé, mais macrocyte, à 2 assises de palissades. Le *Cl. volubilis* H. B. K. (Colombie), assez semblable au précédent, à hypoderme de 4 assises, à subdivisions épidermiques moins fréquentes, s'en distingue surtout par des cellules scléreuses disséminées au milieu du parenchyme spongieux de la feuille.

» En résumé, malgré les lacunes que même nos grandes collections ne m'ont pas permis de combler, l'image qui résulte de cette étude est assez nette et contraste, me semble-t-il, d'une manière frappante avec la pauvreté des indications taxinomiques antérieures. En effet, jusqu'à présent, les auteurs s'étaient bornés à juxtaposer les espèces, sans même essayer de les classer. C'est d'ailleurs tout ce qu'on pouvait faire sans les caractères épharmoniques et l'idée des groupes nodaux.

» Il y a donc, dans la section *Anandrogyne*, deux groupes nodaux, un pour les espèces à loges 2-ovulées (*Ducu-trochiformis*), portant les deux branches monotypes *sphærocarpa* et *Pseudo-Havetia*, et probablement encore deux autres, également monotypes, *havectioides* et *popayanensis*, qui conduisent, par l'intermédiaire du *Cl. cassinoides*, au groupe nodal des espèces à loges multiovulées *thurifera-Mangle-latipes;* peut-être le *Cl. Pentarhyncha* (Pl. et Tr.), mal connu, se rattache-t-il au *Cl. latipes;* mais nous voyons surtout deux branches, l'une conduisant au *Cl. elliptica*, l'autre aboutissant à un groupe secondaire xérophile et héliophile d'espèces affines *Pseudo-Mangle-multiflora-alata*, qui est au second groupe nodal ce que le *Cl. Pseudo-Havetia* est au premier, grâce à un cas remarquable d'épharmonies convergentes.

» La distribution géographique des *Clusia* de la section *Anandrogyne* est assez curieuse. Tandis que le genre *Clusia*, pris dans son ensemble, occupe tout l'espace situé au nord-ouest d'une ligne allant du Pérou à Rio-de-Janerio, jusqu'aux Antilles et au Mexique méridional, nous voyons les *Anandrogyne* échelonnés suivant une bande allant du Pérou, par la Colombie, jusqu'à la Jamaïque et la Guadeloupe. Le grand axe de l'aire oc-

cupée par ces plantes est presque perpendiculaire au grand axe de celle des *Clusia* en général, qui semblent se ressentir davantage de la marche des isothermes dans cette région du globe. »

BOTANIQUE. — *Sur l'existence du liber médullaire dans la racine.* Note de M. J. **Hérail**, présentée par M. Duchartre.

« On sait aujourd'hui, à la suite de travaux nombreux, que certaines espèces de plantes, appartenant surtout au groupe des Gamopétales, possèdent du liber à la partie interne de leurs faisceaux conducteurs. Ces faisceaux, ainsi pourvus d'un double liber, ont reçu de du Bary, le nom de *faisceaux bicollatéraux*, et l'exactitude de cette dénomination semblait devoir être entièrement confirmée par les recherches ultérieures de M. Petersen. Pour cet auteur, en effet, le liber interne procède comme le liber externe du procambium aux dépens duquel s'est différencié le faisceau conducteur tout entier; il serait donc d'origine procambiale au même titre que le liber externe. Or j'ai montré le premier, dans mon étude sur les anomalies de la tige ([1]), que le liber interne était une formation anormale due à une évolution spéciale de quelques cellules parenchymateuses de la moelle et indépendante de la formation du faisceau libéro-ligneux auquel il est adjoint. Aussi, afin d'éviter toute fausse interprétation d'origine, ai-je proposé de donner au liber interne la dénomination de *liber médullaire*. Un tout récent travail de M. Lamounette confirme pleinement ma manière de voir et la généralise dans la plus large mesure possible.

» Cette formation anormale est donc fort bien connue au point de vue de sa manière d'être et de son origine, et cependant il y a lieu de s'étonner qu'elle ait été signalée dans tous les organes des plantes, excepté dans la racine. Il semblerait, en effet, si l'on en juge par la lecture des Mémoires spéciaux, que cet organe est, dans tous les cas, dépourvu de liber interne. Cependant, dans son Mémoire remarquable sur la racine ([2]), M. Van Tieghem a entrevu cette formation dans les racines adventives du *Cucurbita maxima*, et il s'exprime à ce sujet en ces termes :

» Après que les faisceaux secondaires sont déjà bien formés, on voit les cellules

([1]) Hérail, *Recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones* (*Ann. des Sciences nat.*, 7e série, t. II; 1885).

([2]) *Ann. des Sciences nat.*, *Bot.*, 5e série, t. XIII; 1870.

conjonctives qui se trouvent en dedans des lames vasculaires primitives, et celles qui sont en dedans du bois des faisceaux secondaires se diviser et se transformer de dedans en dehors en cellules libériennes larges, grillagées. Il se forme donc ici, en dedans de chaque groupe vasculaire primitif ou secondaire, un faisceau libérien secondaire à accroissement centrifuge, et ce caractère est *assez rare en dehors de la famille des Cucurbitacées* pour mériter une attention spéciale.

» C'est, à ma connaissance, la seule mention qui ait été faite de la présence du liber médullaire dans la racine; aussi ai-je entrepris de rechercher et d'étudier cette formation dans les racines des plantes chez lesquelles on a signalé du liber médullaire dans les autres organes. Ce sont les premiers résultats de ces recherches que je tiens à exposer ici pour prendre date.

» Il convient, avant toutes choses, de se demander quelles sont les conditions essentielles que doit réaliser une racine pour qu'il lui soit possible de former du liber médullaire. Ces conditions se réduisent à deux : 1° il faut que les lames vasculaires ne se rejoignent pas au centre, en un mot, qu'il y ait une moelle; 2° il est nécessaire que cette moelle demeure parenchymateuse et ne se sclérifie pas de bonne heure. On aura donc peu de chances de rencontrer du liber médullaire dans le pivot de la plante ou dans les radicelles que porte ce pivot, car on sait que, chez les Dicotylédones tout au moins, il est le plus souvent dépourvu de moelle.

» On devra donc s'adresser surtout aux racines adventives qui ont un cylindre central relativement large et qui, dans bien des cas, offrent une moelle plus ou moins développée; c'est sur elles qu'ont principalement porté mes recherches.

» Une jeune racine adventive de *Vinca major* montre, en coupe transversale, la structure normale de la racine; le nombre des formations primaires, ligneuses et libériennes, varie de 5 à 8 suivant la racine considérée; elles entourent une moelle assez large. Sur une racine un peu plus âgée, on voit nettement que chacune des cellules de la moelle, située en dedans de chaque lame vasculaire, se divise d'abord par une cloison tangentielle, puis par des cloisons obliques, pour donner naissance à un amas libérien. Plus tard, ces cloisonnements ont leur siège dans certaines cellules, situées entre les lames vasculaires et en dedans des vaisseaux du bois secondaire. Enfin, dans une racine âgée, on trouve un cercle à peu près complet de liber médullaire, situé en dedans de l'anneau ligneux et appliqué contre lui.

» Dans les racines adventives du *Vinca media*, on observe encore une

formation de liber médullaire; mais elle est beaucoup plus tardive que dans l'espèce précédente. Les cloisonnements des cellules de la moelle ne commencent à se produire que lorsque les formations secondaires sont déjà très développées.

» Dans les racines du *Vinca minor*, on trouve encore une moelle, qu'entourent de trois à six formations primaires; mais cette moelle se sclérifie en totalité de très bonne heure et avant que le liber ait pu commencer à se former. Il en résulte que cette espèce est dépourvue de liber médullaire.

» Des recherches sur un certain nombre d'espèces de Solanées m'ont donné des résultats négatifs, soit parce que les racines étaient dépourvues de moelle, soit parce que celle-ci avait subi une sclérification hâtive.

» Quoi qu'il en soit, ces quelques observations préliminaires montrent qu'il n'est pas exact de supposer que la racine soit le seul organe de la plante dépourvu de liber médullaire. Il y a, au contraire, tout lieu de penser que cet organe, étudié dans les plantes pourvues de liber médullaire, présentera cette formation s'il réalise les deux conditions indispensables déjà énoncées. C'est ce que démontreront, sans nul doute, les recherches que je poursuis en ce moment sur ce sujet. »

M. Ellinger adresse, de Copenhague, les résultats des expériences qu'il a faites au moyen de l'oléoréfractomètre de MM. Jean et Amagat sur l'indice de réfraction du beurre.

L'auteur classe les observations relatives à 510 échantillons de beurre danois et insiste spécialement sur les grandes variations dues à la saison, l'indice du beurre pur augmentant en automne et diminuant beaucoup pendant les derniers mois de l'année, particulièrement en décembre.

M. Ch.-L. Deiss, à propos des récentes Communications de M. Bouchard et de MM. Arnaud et Charrin, rappelle que, dans une brochure sur la méthode de Koch et les infiniment petits, qu'il a publiée en janvier dernier, il a émis l'idée « que les produits de sécrétion des microbes sont susceptibles d'agir comme des ferments et de produire directement comme les diastases des dédoublements ».

M. Ern. Aubert adresse un projet d'appareil pour arrêter les chevaux emportés.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 AVRIL 1891.

(*Suite.*)

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der kaiserlich-japanischen Universität. Band. I, n° 4. Tokyo, Japan, 1890; in-4°.

L. KRONECKER, *Zur Theorie der elliptischen Functionen.* — *Ueber die arithmetischen Sätze, welche Lejeune-Dirichlet in seiner Breslauer Habilitationsschrift enwickelt hat.* — *Bemerkungen über Dirichlet's letzte Arbeiten.* — *Zur Theorie der elliptischen Functionen.* — *Zur Theorie der elliptischen Functionen* (Art. XIV-XXI). — *Die Decomposition der Systeme von* n^2 *Grössen und ihre Anwendung auf die Theorie der Invarianten.* — *Ueber orthogonale Systeme.* — *Ueber die Composition der Systeme von* n^2 *Grössen mit sich selbst.* — *Algebraische Reduction der Schaaren bilinearer Formen.* — *Algebraische Reduction der Schaaren quadratischer Formen.* Berlin (*Sitzungsberichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften.*) 1888-91; 7 br. in-8°.

Première partie du Chapitre XIII de la Note sur la théorie des résidus quadratiques; par ANGELO GENOCCHI. — *Beweis des Reciprocitätsgesetzes für die quadratischen Reste; von* L. KRONECKER. — PAUL DU BOIS-REYMOND. *Bemerkungen über die Darstellung von Reihen durch Integrale; von* L. KRONECKER. — *Bemerkungen über die Jacobischen Thetaformeln; von* L. KRONECKER. — *Ein Fundamentalsatz der allgemeinen Arithmetik; von* L. KRONECKER. — *Ueber den Zahlbegriff; von* L. KRONECKER; 6 br. in-4°. — *Ueber die Dirichletsche Methode der Wertbestimmung der Gausschen Reihen; von* L. KRONECKER; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 AVRIL 1891.

Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. les Secrétaires perpétuels. Tome huitième. Paris,

Gauthier-Villars et fils, MDCCCXCI; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

Exposition de la théorie des surfaces; par M. H. RESAL. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. in-8°.

Cours de machines; par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE. Tome second, premier fascicule : *Machines à vapeur*. Paris, Vve Ch. Dunod, 1891; 1 vol. in-8°.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER. 14 : 3. Stockholm, F. et G. Beijer, 1891; br. in-4°.

Des cartes topographiques européennes; par le général DERRÉCAGAIX. Paris, Bibliothèque des *Annales économiques*, 1891; br. gr. in-8°.

H. HERMITE. *Géologie. Principes. Explication de l'époque quaternaire sans hypothèses*. Neuchâtel, Attinger frères, 1891; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

L'enseignement de l'Agriculture dans les Écoles normales et primaires en France. — Notes sur l'enseignement du travail manuel; par ÉDOUARD DE KOVALEVSKY. Saint-Pétersbourg, 1891; br. in-4°.

Ivrognerie. Ses causes et son traitement; par P.-J. KOVALEVSKY, traduit en français par WOLDEMAR DE HOLSTEIN. Kharkoff, M.-F. Sylberberg, 1889; br. in-16.

Hygiène et traitement des maladies mentales et nerveuses; par P.-J. KOVALEVSKY. Traduit en français par WOLDEMAR DE HOLSTEIN. Paris, Félix Alcan, 1890; 1 vol. in-8°.

Recueil d'Hygiène et de Médecine vétérinaires militaires; 2e série, tome quatorzième. Paris, L. Baudoin et Cie, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Traité de l'hygiène publique d'après ses applications dans différents pays d'Europe; par le Dr ALBERT PALMBERG. Traduit du suédois sous la direction de M. A. HAMON. Paris, Octave Doin, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Arm. Gautier et renvoyé au concours du prix Bellion.)

Du paludisme et de son hématozoaire; par A. LAVERAN. Paris, G. Mason, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

L'oreille et le bruit, ou traumatisme de l'organe par vibrations violentes; par ET. FERRAND. Lyon, Association typographique, 1890; br. gr. in-8°.

LANNELONGUE. *Traité de l'ostéomyélite aiguë. — Traité de l'ostéomyélite chonique ou prolongée. — Abcès froids et tuberculose osseuse. — Coxotuberculose. — Traité des kystes congénitaux. — Tuberculose vertébrale. — Traité des affections congénitales*. 7 vol. in-8°. (Envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité clinique des maladies du cœur; par le Dr P. Duroziez. Paris, G. Steinheil, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Carta geologica della Liguria e territori confinanti; di A. Issel *e* S. Squinabol. $\frac{1}{200000}$ *con note esplicative*. Genova, H. Donath; Parigi, Baudry et Cie, 1891.

Proceedings of the royal institution of Great Britain; vol. XIII, Part. I, n° 84; in-8°.

The Proceedings of the linnean Society of New South Wales; vol. V, Part the first. Sydney, F. Cunningham and C°, 1890; in-8°. (Deux exemplaires.)

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College, vol. XXIII; Part. I, vol. XXVII; 2 vol. in-4°.

Minutes of proceedings of the Institution of civil engineers, vol. CIII. London, 1891; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 avril 1891.)

Page 715, ligne 2, *au lieu de* M. A. Hubert, *lisez* M. A. Imbert.

Note de M. *E. Gley*, Sur les troubles consécutifs à la destruction du pancréas :

Page 752, ligne 5, en remontant *au lieu de* un, *lisez* ce.
Page 753, ligne 16, *au lieu de* là, *lisez* lié.
Page 754, ligne 6, *au lieu de* 1886, *lisez* 1856.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AVRIL 1891,

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques données calorimétriques.*
Note de M. **Berthelot**.

I. — *Sur l'acide aspartique et sa fonction mixte.*

« L'acide aspartique est le dérivé alcalin de l'acide malique, acide à fonction mixte, deux fois acide et une fois alcool,

$$C^8H^6O^{10} = C^8H^4(H^2O^2)(O^4)^2.$$

» La fonction alcoolique déterminant la formation d'un alcali par substitution des éléments de l'eau, par ceux de l'ammoniaque

$$C^8H^4(AzH^3)(O^4)^2,$$

ou, ce qui revient au même, de l'hydroxyle par l'amide : HO^2 par AzH^2, le corps résultant doit être à la fois un acide bibasique et un alcali.

» Il existe un corps isomère, l'acide malamique, véritable amide, dérivé du bimalate d'ammoniaque par perte d'eau, mais qui se distingue parce qu'il doit jouer le rôle d'un acide monobasique, joint à celui d'un alcool.

» L'acide malamique, porté à l'ébullition avec une base forte, telle que la potasse, dégagera rapidement tout son azote, sous forme d'ammoniaque ; tandis que l'acide aspartique ne se dédouble pas de la même manière, à 100° du moins.

» Telles sont les prévisions de la théorie, prévisions vérifiées d'ailleurs par l'expérience. Mais on peut se demander si, l'acide aspartique réunissant en théorie la double fonction d'acide bibasique et d'alcali, ces deux fonctions ne sont pas influencées l'une par l'autre dans l'intérieur même de la molécule. En d'autres termes, avons-nous affaire à un acide bibasique véritable, comparable de tous points à l'acide succinique par son aptitude à saturer les bases ?

» Les expériences faites par mon fils Daniel sur la conductibilité électrique de dissolutions de l'acide aspartique et de ses sels tendent en effet à établir que ce n'est pas un acide bibasique véritable, bien qu'il manifeste réellement deux basicités successives, même dans des solutions très étendues ; mais le caractère en est différent et assez analogue à celui des sels formés par les acides phénols, ou bien encore à celui des phosphates polybasiques. Il m'a paru intéressant de contrôler ce résultat par des mesures calorimétriques.

» J'ai dissous $1^{gr},33$ d'acide aspartique pur (¹) dans 500^{cc} d'eau, à 16°, ce qui a absorbé

$C^8H^7AzO^8$ (133^{gr}) + 50^{lit} (eau) .... $-7^{Cal},25$

» J'ai ajouté

$NaHO^2$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), ce qui a dégagé	$+13^{Cal},0$
Un second équivalent, $NaHO^2$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) ..	$+3^{Cal},5$
Un troisième équivalent	Résultat nul

(¹) Pour purifier l'acide du commerce, il faut le dissoudre et le faire bouillir pendant quelques minutes dans la potasse, ce qui détruit les petites quantités d'asparagine qui y subsistaient encore. On reprécipite par l'acide chlorhydrique, après refroidissement. On recueille l'acide aspartique, très peu soluble à froid, on le lave avec de petites quantités d'eau froide et on le fait recristalliser dans l'eau bouillante.

» Comme contrôle, j'ai dissous $13^{gr},30$ d'acide aspartique cristallisé dans 400^{cc} de soude (1 équivalent = 4^{lit}), à $15^{\circ},4$, ce qui a dégagé $+6^{Cal},06$, répondant à 1 molécule dans 4^{lit}. L'addition de 200^{cc} de soude (1 équivalent = 2^{lit}) : $+3^{Cal},91$.

» Si l'on admet, pour la neutralisation de l'acide aspartique dissous, le chiffre $+13^{Cal},0$, sa dissolution même aurait dû absorber $-7^{Cal},0$: chiffre concordant avec le précédent, dans les limites d'erreurs et de variations attribuables à des solutions si étendues. — L'action du deuxième équivalent de soude dégage en solution concentrée $+3^{Cal},9$; en solution étendue, $+3^{Cal},5$; la différence étant attribuable à l'inégale dilution.

» Il résulte de ces mesures que la seconde basicité de l'acide aspartique n'est pas équivalente à la première, ni, par conséquent, à celle des acides bibasiques à fonction simple. Le même fait existe d'ailleurs pour les acides alcalis monobasiques, tels que l'acide oxyacétamique (glycollamine ou acide amidoacétique), dont la chaleur de neutralisation $+2^{Cal},9$ est même fort voisine du nombre relatif à la seconde basicité de l'acide aspartique. La complexité de la fonction influe donc sur la nature de la manifestation de la fonction acide du composé. Il en est de même dans un grand nombre d'autres circonstances, et on peut même tirer de là de nouvelles caractéristiques des acides, tant organiques que minéraux.

II. — *Sur le chlorure malonique.*

» M. V. Auger ayant bien voulu mettre à ma disposition une certaine quantité de chlorure malonique pur, préparé avec grand soin, j'en ai déterminé la chaleur de formation, en dissolvant ce composé dans l'eau et dans la potasse étendue. L'opération s'effectue aisément et la décomposition est très rapide, par suite d'une agitation convenable. J'ai opéré sur des poids voisins de $5^{gr},5$, renfermés dans des ampoules de verre, mis en présence de 400^{cc} d'eau, en suivant ma marche ordinaire. J'ai obtenu, à 11° :

$C^6H^2O^4Cl^2 + 2H^2O^2 +$ Eau $= C^6H^4O^8$ étendu $+ 2HCl$ ét., dég. : $+44^{Cal},26$ et $+44^{Cal},80$.
Moyenne $+44^{Cal},5$.

$C^6H^2O^4Cl^2 + 4(NaO,HO)$ étendue $= C^6H^2Na^2O^8$ étendu $+ 2NaCl$ étendu $+ 2H^2O^2$ dégage .... $+99^{Cal},7$.

» En retranchant la chaleur de neutralisation des acides malonique ($+27^{Cal},1$) et chlorhydrique ($+28^{Cal},4$) à cette température, il reste

$+44^{Cal},2$, valeur concordante avec la précédente : ce qui prouve que la réaction de l'eau sur le chlorure malonique est immédiate.

» Le chiffre relatif au chlorure malonique est sensiblement double de celui qui répond à la décomposition du chlorure acétique par l'eau, soit $+23^{Cal},3$ vers 20°, d'après les expériences que j'ai faites avec M. Louguinine. Le chlorure butyrique a donné à M. Louguinine $+21^{Cal},7$, tous nombres fort voisins pour la même réaction.

» On déduit encore de ces chiffres :

$$C^6H^2Cl^2O^4 \text{liq.} + 2H^2O^2 \text{liq.} = C^6H^4O^8 \text{crist.} + 2HCl \text{ gaz} \ldots\ldots \quad +14^{Cal},2$$

» Les considérations de Mécanique chimique qui découlent de ces nombres sont les mêmes que pour le chlorure acétique (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. VI, p. 298), à cela près qu'une molécule malonique se comporte comme deux molécules acétiques juxtaposées, conformément à la théorie générale.

III. — *Sur la formation comparée des tartrates isomères solubles et insolubles.*

» Voici quelques expériences nouvelles sur cette question, qui n'est pas sans intérêt pour l'étude de l'isomérie symétrique.

» 1. Lorsqu'on mélange une solution de tartrate droit (ordinaire) de soude neutre avec une solution de chlorure de calcium, il ne se forme pas immédiatement de précipité, et cependant il se produit un dégagement de chaleur, qui atteste un certain échange initial des bases dans le milieu liquide. Puis, au bout de quelques minutes, la précipitation se produit, avec un nouveau et plus considérable dégagement de chaleur : on peut rendre immédiate cette précipitation à l'aide de quelques cristaux de tartrate déjà formés. J'ai insisté ailleurs (1) sur la mesure calorimétrique de ces phénomènes. Voici de nouvelles mesures :

$$C^8H^4Na^2O^{12}(1 \text{ molécule} = 12^{lit}) + 2CaCl(1 \text{ équivalent} = 2^{lit}) \text{ à } 10^o,4.$$

Effet immédiat, sans précipitation .... $+0^{Cal},98$
Précipitation consécutive, avec formation d'un tartrate de chaux insoluble hydraté, nouvel effet .... $+2^{Cal},68$

» 2. Le tartrate gauche donne lieu exactement aux mêmes effets, avec

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. IV, p. 163.

des dégagements de chaleur qui peuvent être regardés comme identiques, soit

Mélange, sans précipitation	$+ 0^{Cal},92$
Précipitation consécutive	$+ 2^{Cal},60$

C'est un fait fort intéressant que l'échange initial des bases avec dégagement de chaleur dans un milieu liquide et avant toute précipitation : il montre, par un nouvel exemple, l'inexactitude des anciens principes de la thermoneutralité saline et des constantes ou modules de substitution, d'après lesquels l'échange des acides et des bases dans une liqueur neutre, sans précipitation, ne devrait donner lieu à aucun phénomène thermique.

» 3. Si l'on mélange d'abord les dissolutions des deux tartrates neutres de soude, droit et gauche, à poids moléculaire égal, opération qui ne donne lieu qu'à un effet thermique insensible, puis qu'on y verse la solution équivalente de chlorure de calcium, la précipitation du paratartrate commence aussitôt; mais la totalité de la chaleur ne se dégage pas instantanément. La chaleur observée dans les premiers moments (pour $2\,CaCl$) était de $+ 2^{Cal},20$ et s'élevait au bout de quelques minutes à $+ 6^{Cal},3$; sans qu'il y ait d'ailleurs d'arrêt, soit initial soit intercurrent, dans le dégagement de chaleur.

» 4. La chaleur de neutralisation par la soude des quatre acides tartriques isomères a été trouvée sensiblement la même, $+ 12^{Cal},7$ pour 1 équivalent de soude, dans des conditions pareilles de température et de concentration.

» 5. D'autre part, la solution faite directement avec le sel de soude de l'acide paratartrique, puis précipitée par le chlorure de calcium, a donné lieu au même résultat total, $+ 6^{Cal},2$ ([1]); cette valeur, rapprochée de la précédente, fournit une nouvelle preuve de l'identité des deux solutions, obtenues l'une avec le paratartrate de soude, l'autre avec le mélange des deux sels droit et gauche.

» 6. L'acide tartrique inactif véritable, c'est-à-dire son sel de soude, a fourni tout d'abord, dans les mêmes conditions, un tartrate de chaux insoluble, en dégageant seulement $+ 3^{Cal},0$.

» 7. Ces expériences ont été répétées en précipitant les divers tartrates

---

([1]) Ces nombres se rapportent à un paratartrate renfermant 2 équivalents (40^{gr}) de calcium; mais, en réalité, ils doivent être doublés, pour répondre à la véritable molécule des paratartrates et de l'acide paratartrique.

de soude neutres par l'azotate d'argent, en proportion équivalente. Avec les tartrates droit et gauche, la précipitation donne lieu également à des dégagements de chaleur successifs, mais entre lesquels il n'a pas été possible de marquer une ligne de démarcation précise. Soit :

Pour $C^8H^4Ag^2O^{12}$ droit, de................ $+1^{Cal},1$ à $+4^{Cal},5$ (total)
» gauche, de............... $+1^{Cal},5$ à $+4^{Cal},6$ (total)

Avec le mélange des deux sels de soude (pour Ag^2).. $+5^{Cal},8$ } réaction immédiate.
Avec le paratartrate de soude (pour Ag^2)........... $+5^{Cal},6$ }

» Ainsi dans tous les cas la chaleur de formation du paratartrate insoluble surpasse notablement celle de tous les autres sels isomères : précisément comme nous l'avons observé, M. Jungfleisch et moi ([1]), pour l'acide paratartrique solide, formé avec dégagement de chaleur, $+4^{Cal},41$, en partant d'une molécule de chacun des acides droit et gauche solides ([2]). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la forme cristalline et sur les propriétés optiques de la nouvelle variété cristallisée de soufre de* M. Engel ([3]). Note de M. C. **Friedel.**

« Les cristaux de soufre obtenus par M. Engel en agitant avec le chloroforme une solution d'hyposulfite de sodium traitée par l'acide chlorhydrique concentré, et en laissant évaporer la liqueur chloroformique, se présentent habituellement en petits prismes, sans modifications, qui tantôt sont allongés parallèlement à l'une de leurs arêtes, tantôt montrent trois arêtes égales et un aspect rhomboédrique.

» Ils appartiennent bien réellement au type rhomboédrique; en effet, au microscope polarisant en lumière convergente, on peut y voir, pour les cristaux qui ont cristallisé, dans le verre de montre ou dans le petit cristallisoir, de manière à se présenter dans une direction convenable, la croix et les anneaux des substances biréfringentes à un axe. La substance est négative.

» Lorsque le cristal se trouve placé sur un des sommets du rhomboèdre,

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. IV, p. 151.

([2]) L'acide cristallisé renferme en plus une double molécule d'eau, dont la fixation accroît de $+1^{Cal},5 \times 2$ la chaleur dégagée.

([3]) *Voir* plus loin, page 866.

on peut apercevoir simultanément, sur les bords du champ, trois systèmes de croix et d'anneaux, correspondant aux trois faces du rhomboèdre.

» Ce qui permet d'obtenir ainsi les anneaux, même sans un dispositif spécial, c'est que le rhomboèdre est très aplati. On peut s'en assurer sur ceux qui se présentent par les arêtes latérales et encore mieux par la mesure des angles, qui peuvent être faites malgré la très faible dimension des cristaux, lorsque ceux-ci sont fraîchement préparés, grâce à la netteté de leurs faces.

» On a trouvé, comme moyenne d'une quinzaine de mesures faites sur plusieurs cristaux et, pour quelques-uns, sur deux arêtes différentes,

$$pp\ (\text{normales}) = 40^\circ 50'.$$

» Il reste, dans cette détermination, une incertitude que j'estime pouvoir monter à une dizaine de minutes.

» Elle suffit pour montrer que le soufre de M. Engel, indépendamment de ses propriétés physiques et chimiques, se différencie complètement, par sa forme cristalline, de toutes les variétés de soufre cristallisées connues.

» On en connaît actuellement quatre, dont une orthorhombique et trois clinorhombiques : la variété de Mitscherlich, celle de M. Gernez, dont la forme a été déterminée par M. Muthmann [1] et une dernière découverte par ce savant. Elle se produit en même temps que la précédente lorsqu'on abandonne une solution de soufre dans le sulfure d'ammonium alcoolique.

» Les angles indiqués plus haut ne se rapprochent pas de ceux donnés par M. Muthmann, sauf peut-être d'un biseau appartenant à la troisième modification, dont l'angle est de 39° 6′ (Muthmann), de 40° 24′ (Bruhns).

» Ce qui mérite d'être rappelé, c'est que le tellure cristallise dans le type rhomboédrique, et que M. Muthmann a découvert une variété du sélénium à aspect métallique, qui est rhomboédrique et formée d'un prisme hexagonal surmonté d'un rhomboèdre. Celui-ci n'a pas pu être mesuré directement, mais ses angles plans ont des valeurs voisines de celles correspondantes du tellure. Ce fait me semble donner plus d'intérêt encore à la découverte d'une nouvelle variété du soufre appartenant au même type cristallin. »

---

[1] *Zeitschrift für Krystallographie*, t. XVII, p. 336.

ZOOLOGIE. — *Une excursion au laboratoire Arago et à Rosas (Espagne).* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Je demande à l'Académie la permission de l'entretenir quelques instants d'une excursion que, pendant les dernières vacances de Pâques, je viens de faire au laboratoire Arago et en Espagne.

» Le mercredi 25 du mois dernier, vingt-six étudiants de l'École des Hautes Études, ayant suivi mes Cours pendant le semestre d'hiver, partaient de Paris et arrivaient à Banyuls le lendemain, jeudi soir.

» M. Blagé, directeur de la Compagnie du Midi, avait bien voulu, sur ma demande, accorder demi-place et écrire aux Compagnies d'Orléans et de Paris-Lyon-Méditerranée, pour que le train direct de Paris à Cerbère prît les excursionnistes aux mêmes conditions.

» Je tiens à remercier M. A. d'Eichthal, président de la Compagnie, et M. Blagé, directeur, de l'empressement qu'ils ont mis à favoriser l'excursion que j'avais organisée.

» Voici l'emploi du temps :

» Vendredi 27. — L'aquarium étant richement peuplé, toute la matinée s'est passée en causeries devant les bacs, où les animaux vivants et épanouis se présentaient, on peut dire, à l'état naturel.

» Le bac des Alcyonaires était particulièrement beau, et l'on y pouvait étudier comparativement quelques types des plus intéressants, tels que Gorgones de plusieurs espèces (*Gorgonella sarmentosa, Gorgonia graminea, G. subtilis, G. verrucosa, Muricea violacea, Sympodium coralloïdes*) variant du rouge au blanc, au jaune, au violet; des Alcyons (*Alcyonium palmatum*) atteignant, dans leur épanouissement, la taille d'un pied et formant de véritables bouquets épanouis où les caractères étaient aussi faciles à reconnaître qu'à dessiner en les opposant à ceux du *Paralcyonium elegans, P. Edwarsii.*

» Dans ce bac vivaient aussi des Zoanthaires à polypiers dans un état d'épanouissement dont ne donnent aucune idée les figures des Ouvrages. On avait sous les yeux, réunis côte à côte, des Balanophyllies et des Dendrophyllies, genres à polypiers poreux, dont il était facile d'apprécier la caractéristique des animaux en les comparant aux Caryophyllies et aux Flabellum, Zoanthaires à polypiers compacts.

» Parmi les Zoanthaires sans polypiers, les Ilyanthes, vivant depuis plus

d'un an, et des *Palythoa axinellæ*, type jadis rare et aujourd'hui commun dans l'aquarium de Banyuls, ainsi que de nombreuses espèces d'Actinies, offraient un sujet fort intéressant d'observation pour l'étude de la symétrie radiaire de ces animaux.

» En plus d'une occasion, j'ai dit combien étaient bonnes les conditions de vitalité présentées par l'aquarium Arago; on a pu constater le fait une fois de plus en voyant d'innombrables animaux nés dans les bacs et en particulier des Botrilles ayant produit des plaques grandes comme la main, des Bonellies vertes s'allongeant de près d'un mètre, des Filigranes encombrantes par leur multiplication, etc., etc.; tous ayant été portés à l'état d'embryons avec l'eau puisée par la pompe dans la mer.

» Pendant que l'on étudiait ainsi les animaux vivants dans l'aquarium, le bateau du laboratoire sortait et ramenait bientôt son chalut rempli d'animaux et de débris sous-marins de toute sorte. Alors, sur le pont, aidés par les marins et guidés par le personnel du laboratoire, les excursionnistes ont retiré du filet, au milieu de la vase, des poissons variés, des Ascidies (Cynthiadés, Molgulidés, Phallusiadés) en nombre considérable, des Étoiles de mer, des Ophiures, des Comatules, des Holothuries, des Alcyons, des Vérétilles, des Pennatules, des Caryophyllies, des Hydraires, des Mollusques gastéropodes et acéphales, aussi nombreux que variés.

» Après cette triaille, chacun a pu porter les sujets choisis sur sa table de travail, les déterminer, les étudier, en prendre des dessins et constater la richesse de la faune dans les environs du laboratoire.

» On peut l'affirmer, pour un zoologiste, il n'est pas un exercice plus instructif que celui de la recherche des animaux dans le sac d'un chalut traîné quelque temps sur un fond aussi riche que celui de la mer de Banyuls.

» Dans la soirée du vendredi, les observations ont été continuées dans l'aquarium à la lumière électrique. Les Vérétilles, les Pennatules, les Serpuliens pêchés le matin, causaient, par leur épanouissement, leurs belles couleurs comme par leur délicatesse, l'admiration des visiteurs. Les Vérétilles surtout, plantées dans le sable du fond des bacs par la partie de leur zoanthodème dépourvu de polypes s'élevaient comme des colonnes de 30^{cm} et 40^{cm}, couvertes de fleurs dont la transparence permettait, à l'aide de l'éclairage intense d'une lampe à arc, de découvrir les moindres détails de leur organisation; elles faisaient un singulier contraste avec les figures ridicules données dans certains livres sur la mer, faits, on le pense bien, dans le cabinet et non en face de la nature.

» Samedi 28 mars. — Au point du jour, 15 excursionnistes s'embarquaient à bord du bateau du laboratoire et, ayant bon vent arrière, se rendaient dans les eaux du cap l'Abeille pour pêcher avec la drague et l'engin des corailleurs.

» Les résultats de cette sortie ont été heureux : du Corail, des Brachiopodes (Cranie, Argiope) et de nombreux Amphioxus ont été apportés par les engins de pêche.

» N'est-il pas intéressant de constater que nos élèves des Hautes Études ont fait eux-mêmes la pêche du Corail et de quelques animaux réputés aussi rares que curieux ?

» Une remarque se présente ici très naturellement : dans ces parages, où les conditions orographiques causent de si brusques modifications du temps, les vents contraires auraient pu se lever et contrarier beaucoup la réussite de l'excursion. C'était à redouter ; aussi la nécessité d'une embarcation à vapeur se fait-elle vivement sentir. Aujourd'hui, on peut le dire, cette amélioration s'impose comme conséquence du développement pris par le laboratoire Arago.

» Dimanche 29. — Journée libre. Quelques-uns travaillent à la bibliothèque; d'autres, par un temps superbe, font des excursions dans la montagne, à la tour de Madeloc, d'où un admirable panorama se déroule.

» Lundi 30 mars. — Visite des ports de Collioure et de Port-Vendres. Dans ce dernier, le long du quai, j'ai fait recueillir des pontes de Mollusques, des Vermets, des Tarets, des Comatules, des Spirographis, des Bulles, des Cérithes, des Oursins, etc.

» Six personnes sont descendues en scaphandre et ont rapporté des animaux variés.

» Mardi 31. — Dans la matinée, conférence et exercices pratiques, par M. le Dr Prouho, sur les Bryozoaires vivant dans les bacs et pêchés pendant les sorties du bateau.

» Dans la soirée, conférence sur les poissons de la localité, par M. le Dr Guitel.

» Promenade sur les rochers voisins du laboratoire, conduite par le Directeur, où l'on a recueilli des Oursins, des Actinies et où l'on a appris à trouver le *Gadinia Garnotii* siphonaire, qui vit, avec beaucoup d'autres animaux, dans les trottoirs formés à la limite des eaux par une algue s'incrustant de calcaire.

» Mercredi 1er et jeudi 2 avril. — Excursion en Espagne, à Rosas.

» Départ le 1er, à 6h du matin; passage à Figueras, où nous sommes

reçus très chaleureusement; arrivée le soir à Rosas, où déjà le bateau du laboratoire était au mouillage.

» Je dois remercier M. le consul d'Espagne à Perpignan, qui avait mis le plus grand empressement à faire disparaître toutes les causes de retards que les formalités administratives auraient pu nous susciter.

» A Rosas, nous avons dû renoncer à visiter la madrague pour la pêche du thon, un bateau à vapeur l'ayant fort endommagée. Je l'ai regretté, car c'était l'une des visites les plus intéressantes de cette partie de l'excursion.

» Le temps, devenu pluvieux, et le vent trop faible ne permirent pas d'effectuer les dragages que je tenais cependant beaucoup à faire exécuter; toutefois nous avons pu visiter l'établissement d'ostréiculture de Rodamar et nous rendre compte de la faune des lieux.

» En suivant la grève pour arriver à l'établissement, on a fait de bonnes récoltes, car on a rencontré des objets fort intéressants. En effet, on a trouvé rejetés par la lame des coquilles d'Acéphales, de nombreuses espèces de Gastéropodes, des tests d'Amphidetus (*Echinocardium mediterraneum*), une *Tethys léporine* vivante, des Bryozoaires, des Ascidies, toutes ces choses montrant et la nature et la richesse du fond de Rosas.

» L'établissement d'ostréiculture est situé à l'embouchure de la petite rivière appelée *Lloregat*. L'établissement est formé de bassins assez élevés pour être à l'abri des fortes crues de la rivière et des grosses lames de la mer. Il est alimenté d'eau de mer par un moulin automoteur actionnant une pompe.

» Les huîtres y sont placées sur des cadres grillagés de fil de fer et peuvent être visitées facilement.

» Leur origine est française. Une première fois, du naissain a été apporté d'Arcachon à Rodamar (c'est le nom de l'établissement) et s'y est bien développé; mais un envoi fait cette année même a été saisi à la frontière par la douane française sous le prétexte que les huîtres n'avaient pas la taille marchande.

» A un certain point de vue la chose est fâcheuse. En effet, la vente du naissain peut être une source de revenu fort rémunérateur pour les éleveurs placés dans des conditions favorables à la reproduction de l'huître. Il arrivera certainement un moment où l'élevage, d'une part des huîtres pour la consommation et d'autre part pour la production du naissain, constituera deux branches distinctes de l'ostréiculture; cette division du travail existe déjà dans quelques localités. Pourquoi entraver cette industrie sous

le prétexte que les huîtres, petites, à l'état de naissain, ne sont pas marchandes?

» Le propriétaire de Rodamar a, dans ce moment-ci, de bonnes et belles huîtres qu'il se propose de conserver et d'utiliser pour la production du naissain; il a préparé ses collecteurs : s'il réussit, il a devant lui un bel avenir.

» Dans le lit de la rivière, des pilotis nombreux ont été implantés; et, suivant la méthode usitée dans les baies de Charrons et de l'Aiguillon, on cultive les moules, qui prennent une belle taille.

» Vendredi 3. — A notre retour d'Espagne, nous avons trouvé mon excellent collègue et ami, M. le professeur Flahault, qui doit au mois de mai prochain guider la Société de Botanique dans les Albères, et qui était venu pour se rendre compte de l'état de la végétation. Il a passé quelque temps à Banyuls, ce qui a été une bonne fortune pour les excursionnistes, car sous les murs mêmes du laboratoire il a fait une herborisation des plus instructives, pendant laquelle il a fait recueillir de nombreuses espèces d'algues en donnant sur elles les renseignements les plus détaillés.

» Mon cher collègue de Montpellier a droit à tous nos remerciements.

» Deux observations particulièrement importantes pour les étudiants ont été faites pendant l'excursion : on sait que la reproduction des Céphalopodes a vivement intrigué les zoologistes. Ces animaux, pour vivre en captivité, doivent être dans un milieu parfaitement approprié à leur mode d'existence. Dans le bassin à jet d'eau du milieu de l'aquarium, tous les excursionnistes ont pu, à loisir, voir une belle Sépia entourant une tige dénudée de zoster avec la pointe de ses bras, pour déposer ses œufs et former peu à peu un groupe de raisins de mer, comme disent les marins. La ponte, que je mets sous les yeux de l'Académie, a été faite en un jour et avait commencé la veille, le soir, à la lumière électrique.

» Mais, ce qui surtout a beaucoup été remarqué, c'est la ponte et le développement des Comatules. Le bac où se trouvaient ces animaux était l'objet de l'admiration de tous les visiteurs. La ponte a eu lieu au commencement d'avril; en peu de temps, les glaces et les pierres du bac, les tiges d'éponges (*Axinella*) ont été couvertes d'innombrables embryons à tous les états de développement. Après deux jours, les pentacrines étaient formés et l'on pouvait, à la loupe, contre les parois des glaces, observer leurs bras et leurs pinnules.

» A Roscoff, c'est surtout dans le mois de juillet, fin juin et au commen-

cement d'août que la ponte s'accomplit. Il me souvient, d'autre part, d'avoir trouvé des tapis de pentacrines sous les pierres de la jetée de Frontignan à Cette en août et septembre. En rapprochant ces observations, on serait tenté de conclure que, dans la Méditerranée, la période de reproduction des Comatules est plus longue que dans la Manche. J'ai retenu longtemps les excursionnistes devant ce bac, et, dans des entretiens familiers, qui ne sont pas les moins instructifs, j'ai insisté sur l'importance des faits qui se passaient sous leurs yeux. Ils ont tous, en effet, pu vérifier cette observation, l'une des plus curieuses et des plus importantes de la Zoologie moderne, faite par Wywilhe Thompson et Carpenter, à savoir que la forme pentacrine est la forme larvaire et embryonnaire pour les Comatules vivantes de nos parages. De ce qu'ils constataient *de visu*, ils ont pu tirer cet enseignement précieux, que l'étude de l'évolution des êtres est, sous peine d'erreur, inséparable de l'histoire des animaux.

» L'excursion s'est terminée le 5 avril, après une conférence du D[r] Pruvot.

» Un jour, nous avons été quarante-cinq personnes au laboratoire. MM. le professeur Geddes, de Dundee, accompagné de deux élèves; le professeur Yung, de Genève; le professeur Flahault, suivi par un naturaliste de Schaffhouse, et un étudiant américain, s'étaient joints à nous; deux Russes, un Roumain et un docteur belge avaient fait aussi partie de l'excursion, ainsi qu'un étudiant de la Faculté de Clermont.

» Je ne puis taire combien j'ai été heureux de voir un aussi grand concours de naturalistes venir d'aussi loin au laboratoire Arago.

» C'est la seconde fois que j'organise une telle excursion : la première, en 1890, fut modeste; celle de cette année a pris de plus grandes proportions; aussi, m'appuyant sur cette liberté et cette indépendance d'action qui caractérise l'École des Hautes Études, prenant encore pour base d'opérations le laboratoire Arago, puis-je espérer l'année prochaine de pousser plus loin les excursions secondaires et de revoir peut-être les îles Baléares, où nos moissons seront non moins riches et présenteront l'attrait d'un pays fort curieux et peu exploré. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *De l'endothélium du péritoine et des modifications qu'il subit dans l'inflammation expérimentale; comment il faut comprendre la guérison des plaies par réunion immédiate;* par M. L. **Ranvier**.

« On observe facilement, chez le cochon d'Inde, la structure de l'endothélium du péritoine, que je vais décrire. Il convient de choisir un animal jeune. Après l'avoir sacrifié, on ouvre la cavité péritonéale, on détache le grand épiploon. La membrane étant ensuite étendue sur une lame de verre, on laisse tomber à sa surface quelques gouttes d'une solution d'acide osmique à 1 pour 100. Une minute et demie après, montre en main, on lave et on colore par le violet de méthyle 5B, 5R ou hexaéthylé, en solution aqueuse. La coloration se fait rapidement. Lorsqu'elle est produite, on recouvre d'une lamelle et l'on examine au microscope, à une bonne lumière et à un grossissement de 300 à 400 diamètres.

» L'endothélium qui recouvre la surface de la membrane se reconnaît de suite à ses noyaux, qui sont bien colorés, superficiels, ovalaires et aplatis. Chacun de ces noyaux est entouré d'une couche de protoplasma granuleux, de laquelle partent en rayonnant des travées protoplasmiques qui s'anastomosent entre elles et avec les travées de même nature, émises par les cellules endothéliales voisines. La masse protoplasmique qui entoure les noyaux et les travées qui en partent, étant assez vivement colorées par les violets de méthyle, se montrent nettement.

» Si l'on combine ces notions nouvelles avec celles que l'on possédait déjà sur la constitution des endothéliums, on arrive à la conception morphologique suivante : chaque cellule endothéliale contient un noyau et se limite à la surface par une plaque très mince, constituée par du protoplasma condensé. Cette plaque, plaque endothéliale, forme le champ de la cellule, qui se montre si nettement circonscrit dans les imprégnations d'argent. Le protoplasma situé au-dessous de la plaque, et dans lequel le noyau de la cellule est compris, n'est pas individualisé ; son réticulum se poursuit sans discontinuité de cellule à cellule. Il en résulte qu'un revêtement endothélial constitue une colonie dont les éléments, quoique distincts, n'en sont pas moins étroitement liés entre eux.

» Cette manière de comprendre les endothéliums est confirmée par des recherches d'histologie pathologique expérimentale que j'ai faites ré-

cemment sur le grand épiploon de quelques mammifères. Ces recherches complètent et étendent celles qui sont déjà consignées dans la 1re édition (1869) de notre *Manuel d'Histologie pathologique,* en collaboration avec M. V. Cornil.

» Mes expériences nouvelles ont porté sur le lapin, le cochon d'Inde et le rat. On a provoqué chez ces animaux une péritonite légère, en injectant dans la cavité péritonéale, au moyen d'une seringue hypodermique, six gouttes d'une solution de nitrate d'argent à trois pour mille. Les animaux ont été sacrifiés un, deux, trois, six et neuf jours après l'injection de la substance irritante. J'ai fait l'étude du grand épiploon enflammé en suivant exactement la méthode indiquée plus haut.

» Au bout de vingt-quatre heures, on constate que les régions de la membrane qui ont été atteintes le plus fortement par la solution caustique sont entièrement dénudées; leurs cellules endothéliales ont été nécrosées et éliminées, ou bien, après s'être gonflées, elles sont tombées dans la cavité péritonéale. Sur d'autres points où l'action du nitrate d'argent a été plus faible, l'endothélium est encore en place; mais il a subi des modifications importantes. La plaque endothéliale a disparu; le noyau est légèrement gonflé et le protoplasma qui l'entoure a pris une forme nouvelle; certaines travées du réticulum protoplasmique ont disparu, tandis que les autres ont subi une hypertrophie notable. Il en résulte que le pavé endothélial est transformé en un réseau de cellules étoilées, ramifiées et anastomosées les unes avec les autres par leurs prolongements. Ces cellules sont semblables aux cellules conjonctives, ou plutôt ce sont des cellules conjonctives.

» Chez les animaux sacrifiés trois jours après l'injection intrapéritonéale de nitrate d'argent, surtout chez le rat et le cochon d'Inde, j'ai constaté que les cellules étoilées qui recouvrent les travées du grand épiploon ont pris un développement considérable. Certaines ont émis des prolongements d'une grande longueur qui s'entre-croisent ou se fusionnent avec les prolongements des cellules voisines. En quelques points, surtout dans le voisinage des travées vasculaires, ces cellules, dont quelques-unes ont plus de 100 μ de diamètre, s'étendent par-dessus les mailles du réseau épiploïque et les bouchent. Une observation un peu attentive conduit à reconnaître qu'elles sont fixées à des filaments de fibrine qui leur servent de supports. Je m'explique : dans les premières phases du processus inflammatoire, c'est-à-dire dans les deux premiers jours, le liquide péritonéal est devenu plus abondant et présente tous les caractères d'un exsudat inflam-

matoire. Il donne naissance à de nombreux filaments de fibrine qui se fixent à la surface des travées épiploïques et couvrent les mailles du grand épiploon comme d'une toile d'araignée. Les cellules conjonctives, nées des cellules endothéliales, ont la propriété de se fixer aux surfaces et de s'y étaler; elles s'étendent aussi bien sur la fibrine que sur les faisceaux de tissu conjonctif; on en voit dont les prolongements s'appliquent sur des filaments fibrineux et les accompagnent sur un trajet de plusieurs dixièmes de millimètre. La fibrine forme donc une sorte de charpente qui sert de support à un nouvel édifice constitué par des cellules ramifiées et anastomosées.

» Tout cela peut se produire avant qu'il y ait de multiplication cellulaire. Celle-ci ne commence pour les cellules endothéliales et conjonctives qu'à la fin du deuxième jour. Elle se fait par le mécanisme de la division indirecte ou karyokinèse, ainsi que cela a été observé par M. Toupet ([1]).

» Je laisse de côté tout ce qui, dans le processus inflammatoire, est relatif aux cellules lymphatiques et aux clasmatocytes, me proposant d'en faire, à cause de son importance, le sujet d'une Communication spéciale.

» A partir du quatrième jour, la réparation des tissus se produit rapidement, dans les conditions expérimentales où je me suis placé. Les cellules conjonctives redeviennent peu à peu des cellules endothéliales, tout en continuant de se multiplier activement par le mécanisme de la division indirecte. Elles arrivent même à être plus nombreuses qu'il n'est nécessaire pour garnir toute la surface de la membrane. Quelques-unes d'entre elles, ne trouvant plus qu'une place restreinte sur les travées de l'épiploon, y sont fixées seulement par une sorte de pied auquel leur corps, libre dans la cavité péritonéale, est relié par un pédicule plus ou moins long. Ces cellules deviennent souvent vésiculeuses et revêtent alors les formes singulières des cellules du cancer colloïde du péritoine. J'ai vu leur pédicule canalisé.

» En général, vers le neuvième jour, l'endothélium est complètement reconstitué, mais les cellules qui le composent n'ont pas encore repris leur disposition normale. Leur protoplasma réticulé est formé de travées plus grosses, moins nombreuses et plus granuleuses que chez l'animal adulte et même chez le jeune. Aussi ces cellules sont-elles plus épaisses et forment-elles de légères saillies. Il en résulte que les travées épiploïques, au lieu d'être régulières, paraissent mamelonnées.

([1]) Toupet, *Modif. cell. dans l'infl. simple du péritoine*, th. 1887.

» Je pense que les faits exposés dans cette Note jettent une certaine lumière sur une question de Pathologie générale importante et encore fort obscure. Comment se fait la guérison des plaies par réunion immédiate?

» Il est clair que l'on ne saurait plus admettre aujourd'hui la théorie de J. Hunter, théorie d'après laquelle il transsuderait des lèvres de la plaie une lymphe plastique qui s'organiserait par la suite. Il est établi, en effet, que les cellules ne se forment pas plus aux dépens d'un blastème que les microbes dans un bouillon de culture stérilisé.

» La théorie de Virchow et de Billroth, qui admet l'édification d'un tissu cicatriciel dont les éléments seraient fournis par les cellules du tissu conjonctif proliféré, n'est pas soutenable en ce qui regarde la réunion immédiate, puisque la multiplication des éléments cellulaires du tissu conjonctif par division indirecte ne commence que vers la fin du troisième jour et qu'à cette époque la réunion immédiate est déjà produite.

» Nous avons vu que la multiplication des cellules connectives est précédée de leur hypertrophie et que, sous l'influence du mouvement nutritif intense résultant de l'irritation, ces cellules émettent des prolongements d'une grande longueur qui s'appliquent sur les filaments de fibrine de l'exsudat inflammatoire, les suivent dans leur trajet, rencontrent des prolongements de même nature émanés des cellules voisines et se fondent avec eux.

» Il se produit probablement, je pourrais presque dire certainement, des phénomènes analogues dans la réunion immédiate des plaies. Il se fait d'abord un exsudat plus ou moins hémorragique duquel se séparent des filaments fibrineux qui se fixent aux faisceaux de tissu conjonctif et constituent une première charpente entre les deux lèvres de la plaie. Bientôt, à la suite de l'irritation, les cellules de tissu conjonctif grossissent, leurs prolongements divisés s'accroissent, il s'en fait de nouveaux.

» Ces prolongements s'accolent aux filaments de la charpente fibrineuse, les suivent, se soudent les uns aux autres et forment ainsi une seconde charpente plus solide que la première, plus vivante et qui va bientôt travailler à l'édification définitive de la cicatrice par le développement de faisceaux conjonctifs et de fibres élastiques.

» Il n'est pas nécessaire d'insister sur la différence de cette théorie avec les théories anciennes. Elle seule peut expliquer la réunion si rapide des plaies par première intention, réunion qui se produit avant que les cellules de tissu conjonctif aient pu se multiplier par division et qui cependant s'effectue sous l'influence de ces cellules. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Ledieu*, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, décédé à Toulon le 17 avril 1891.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. *Pissis*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. de Serpa Pinto obtient..................	42	suffrages
M. le Prince de Monaco obtient...........	5	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **de Serpa Pinto**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions, chargées de présenter des questions de prix.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Commission chargée de présenter une question de *Prix Gay* (*Géographie physique*) pour l'année 1893. — MM. Grandidier, Bouquet de la Grye, d'Abbadie, A. Milne-Edwards, Jurien de la Gravière réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Pâris.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Pourat* (*Physiologie*) pour l'année 1893. — MM. Bouchard, Marey, Ranvier, Brown-Séquard, Chauveau réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. A. Milne-Edwards et de Quatrefages.

Commission chargée de présenter une question de *Grand prix des Sciences physiques* pour l'année 1893. — MM. de Quatrefages, Duchartre, Daubrée, Fizeau, Fremy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et Marey.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Damoiseau* pour l'année 1894. — MM. Faye, Tisserand, Wolf, Lœwy, Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Poincaré.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Folie** adresse un travail ayant pour titre : « Note sur la nutation initiale de l'axe du monde et résumé des déterminations obtenues jusqu'ici. »

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Tisserand.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente le premier volume des « Leçons sur les métaux » publiées par M. *Ditte* et appelle l'attention de l'Académie sur l'intérêt que présente cet Ouvrage pour l'exposition des idées et des méthodes de la Mécanique chimique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier numéro pour 1891 du « Journal d'Histoire des Mathématiques », publié à Stockolm par M. *G. Eneström*. (Présenté par M. Hermite.)

2° Trois volumes sur le terrain houiller de Commentry, ayant pour titres : « Lithologie et stratigraphie »; par MM. *de Launay* et *Stanislas Meunier*. « Flore fossile »; par MM. *B. Renault* et *R. Zeiller*. « Faunes ichtyologique et entomologique »; par MM. *Charles Brongniart* et *Émile Sauvage*. (Présentés par M. Daubrée.)

Le **Comité hongrois du second Congrès ornithologique international** informe l'Académie que le Congrès se réunira à Budapest le 17 mai prochain.

M. le **Maire de la ville de Dax** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de la statue de *Borda* qui aura lieu le 24 mai prochain.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris* (¹); par M. G. Bigourdan. Note communiquée par M. Mouchez.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
	h m s	° ′	
209....	16.31.36	53.31	Gr. : 13,4; ronde, 20″ de diamètre, avec noyau stellaire excessivement faible.
210....	16.37.45	31. 7	Gr. : 13,3; ronde, 25″ de diamètre, avec noyau stellaire et accompagnée de quatre étoiles voisines.
211....	16.50.17	32.52	Gr. : 13,5; paraît formée par plusieurs étoiles, avec un peu de nébulosité.
212....	16.50.49	26.39	Gr. : 13,4-13,5; diffuse, 40″ à 50″ d'étendue. L'étoile 1310 BD + 63° est à $p = 53°$, $d = 3',5$.
213....	16.54.51	66.46	Gr. : 13,4; avec noyau stellaire excessivement faible.
214....	16.59.19	28.45	Trace de nébulosité, soupçonnée près de 1631 BD + 61°, à $p = 60°$, $d = 3'$.
215....	17. 8.13	69.36	Gr. : 13,5; d'aspect un peu nébuleux. Une étoile de 10e grandeur est à $p = 350°$, $d = 1',3$.
216....	17. 8.31	102.38	Objet fortement stellaire, accompagné d'un peu de nébulosité. L'étoile 4698 BD — 12° est à $p = 208°$, $d = 0',7$.
217....	17.13.26	32.28	Gr. : 13,4-13,5; de 40″ d'étendue et située contre une étoile 12,5 qui gêne fortement pour l'apercevoir.
218....	17.59.11	64.55	Petit amas.
219....	17.59.20	64.53	Gr. : 13,4; paraît être un amas entremêlé de nébulosité. Une étoile 10 est à $p = 87°$, $d = 3'$.
220....	18. 4.56	59. 2	Petit amas.
221....	18. 5.11	58.53	Gr. : 13,4; de 15″ de diamètre; on y soupçonne plusieurs étoiles.
222....	18. 6.38	64.22	Étoile 13,4 qui n'est pas nettement stellaire.
223....	18. 8. 6	68.56	Gr. : 13,5; on y soupçonne deux ou trois étoiles très faibles.
224....	18.10.26	64.57	Petit amas.
225....	19.11.16	91.52	Paraît être un amas de 25″ à 30″ de diamètre, et voisine de 6778 N. G. C., qui est à $p = 270°$, $d = 3'$.
226....	20.10.30	72.24	Gr. : 13,4-13,5; très diffuse, de 1′,5 à 2′ d'étendue.

(¹) Voir p. 647 et 703 de ce Volume.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
	h m s	° ′	
227....	20.11.43	59.45	Étoile 13,2-13,3 qui paraît accompagnée de nébulosité excessivement faible.
228....	20.15.33	83.55	Trace excessivement faible de nébulosité, soupçonnée seulement.
229....	21.51.36	89.19	Trace excessivement faible de nébulosité, située près de 4802 BD + 0° qui est à $p = 308°$, $d = 8'$.
230....	21.52.26	89.13	Trace excessivement faible de nébulosité.
231....	21.56.18	79.29	Gr. : 13,4-13,5; 15″ de diamètre, très difficile à distinguer de 7190 N. G. C., par rapport à laquelle elle se trouve à la position $p = 101°$, $d = 1'$. Elle ne paraît pas se trouver dans les listes de M. Stéphan, qui a découvert 7190 N. G. C.
232....	21.59.59	80.35	Nébuleuse soupçonnée près d'une étoile de gr. 11.
233....	22. 9.10	53.24	Nébuleuse excessivement faible de 20″ de diamètre avec petit noyau stellaire.
234....	22.31.34	56.11	Gr. : 13,3-13,4; de 10″ de diamètre et d'aspect stellaire.
235....	22.39. 2	79.53	Gr. : 13,4; très petite, d'aspect fortement stellaire.
236....	22.48. 8	96.18	Gr. : 13,5; paraît être une nébuleuse voisine de 6097 BD — 6° qui est à $p = 140°$, $d = 1'$.
237....	22.51.34	82.21	Gr. : 13,4; de 5″ à 6″ de diamètre. Pourrait être une simple étoile.
238....	22.55.59	74.10	Gr. : 13,3-13,4; paraît être un petit amas.
239....	23.11.10	80.27	Gr. : 13,4-13,5; très diffuse, 30″ de diamètre, sans noyau.
240....	23.11.56	79.26	Petit amas de 20″ de diamètre, accompagné peut-être d'un peu de nébulosité.
241....	23.16.49	81. 7	Gr. : 13,2-13,3; de 25″ de diamètre, sans noyau.
242....	23.24.20	78.29	Gr. : 13,5; soupçonnée seulement.
243....	23.43.55	63.42	Gr. : 13,4; soupçonnée près d'une étoile de grandeur 12,5.
244....	23.43.56	63.44	Étoile 13,2 qui paraît accompagnée de nébulosité.

Rectifications et remarques.

Nos.	
71	Pour la distance polaire, *au lieu de* 68°41′, *lisez* 69°0′.
114	Cette nébuleuse déjà indiquée en 1887 (Remarques), est reproduite ici parce qu'elle n'avait pas reçu de numéro.
147-148	Trouvées en cherchant 2296 N. G. C que j'ai pu apercevoir à sa place.

Nos.			
817 N. G. C.	1889 oct.	30	Non trouvée à la position de N. G. C., mais 26s après.
992 N. G. C.	1889 oct.	31	Elle passe 7s avant la position de N. G. C.
2618 N. G. C.	1890 mars	15	Trouvée 12s après la position de N. G. C.
4572 N. G. C.	1887 juillet	12	Trouvée 34s après la position de N. G. C.
5863 N. G. C.	1889 avril	30	Non vue à la position de N. G. C.; mais à la position Æ $= 15^h 2^m 53^s$, ℘ $= 107° 58'$, j'ai aperçu une nébuleuse de grandeur 13,4 (no 189) qui, d'ailleurs, ne répond pas à la description de N. G. C.
5941 et 5942 N. G. C.	1890 juin	10	La première de ces deux nébuleuses est la plus australe, tandis que, d'après le N.G.C., elle serait la plus boréale.
6059 N. G. C.	1890 juin	19	Je l'ai trouvée 11s après la position de N. G. C.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la deformation des surfaces spirales.* Note de M. L. **Raffy**, présentée par M. Darboux.

« En vue d'étudier certains problèmes relatifs à l'importante classe des spirales, j'ai cherché à caractériser les surfaces qui résultent de leur déformation. Le problème se pose en ces termes :

» *Étant donné un élément linéaire, exprimé au moyen de variables quelconques, reconnaître s'il existe des spirales admettant cet élément linéaire.*

» Nous supposerons l'élément linéaire donné sous la forme $\lambda\, dx\, dy$. Mais, comme la solution de ce cas ne comportera que des opérations à effectuer sur des paramètres différentiels, elle sera valable dans tous les systèmes de coordonnées.

» Pour qu'un élément linéaire $\lambda\, dx\, dy$ convienne à des spirales, il faut et il suffit que, par un changement de variables

$$du = \frac{dx}{\xi(x)}, \qquad dv = \frac{dy}{\eta(y)},$$

la fonction $\lambda\xi\eta$ prenne la forme $e^{-i(u-v)}\Phi(u+v)$, ce qui s'exprime par la relation

$$(1) \qquad (\xi' - \eta' + 2i)\lambda + \xi\lambda'_x - \eta\lambda'_y = 0.$$

Dans l'énoncé des conditions que cette identité entraîne, je représenterai

la courbure totale par $-2e^{\theta}$ et j'emploierai pour les paramètres différentiels les notations qu'on trouvera définies dans la *Théorie des surfaces* de M. Darboux (Livre VII, Chap. I).

» Quand l'invariant $e^{-\theta}\Delta\theta$ ne se réduit pas à une constante, on déduit de l'équation (1) que les deux invariants

$$\frac{\Theta(e^{-\theta}\Delta\theta, \theta)}{\Delta(e^{-\theta}\Delta\theta)}, \qquad \frac{\Delta_2(e^{-\theta}\Delta\theta)}{\Delta(e^{-\theta}\Delta\theta)}$$

sont des fonctions de $e^{-\theta}\Delta\theta$, et que ces conditions sont suffisantes.

» Quand l'invariant $e^{-\theta}\Delta\theta$ se réduit à une constante, on déduit de l'équation (1) que les deux invariants

$$\frac{\Theta(e^{-\theta}\Delta_2\theta, \theta)}{\Delta(e^{-\theta}\Delta_2\theta)}, \qquad \frac{\Delta_2(e^{-\theta}\Delta_2\theta)}{\Delta(e^{-\theta}\Delta_2\theta)}$$

doivent être des fonctions de $e^{-\theta}\Delta_2\theta$, si toutefois cette expression n'est pas une constante.

» Pour réduire le nombre de ces conditions et traiter le cas exceptionnel où les deux invariants $e^{-\theta}\Delta\theta$, $e^{-\theta}\Delta_2\theta$ sont constants, je prends l'élément linéaire

$$ds^2 = du^2 + \frac{(U-V)^2}{U'}dv^2$$

des surfaces à lignes d'égale courbure parallèles, et je détermine la fonction U par la condition $e^{-\theta}\Delta\theta = \text{const.}$ Je forme ensuite l'invariant $e^{-\theta}\Delta_2\theta$ et je montre que, s'il est constant, les surfaces correspondantes, qui sont applicables sur des surfaces de révolution, sont applicables aussi sur des spirales. Supposant enfin que $e^{-\theta}\Delta_2\theta$ n'est pas une constante, je calcule l'invariant $\Theta(e^{-\theta}\Delta_2\theta, \theta) : \Delta(e^{-\theta}\Delta_2\theta)$ et je prouve que, s'il est fonction de $e^{-\theta}\Delta_2\theta$, les surfaces sont toujours applicables sur des spirales, ce qui montre que la troisième condition obtenue d'abord peut être laissée de côté. J'arrive ainsi à ces conclusions :

» *Pour reconnaître si un élément linéaire, donné sous une forme quelconque, convient à des spirales, on calculera la courbure totale* $-2e^{\theta}$ (*qui ne peut être constante sans être nulle*), *et l'on formera l'invariant* $e^{-\theta}\Delta\theta$.

» *S'il ne se réduit pas à une constante, on formera les deux invariants*

$$\frac{\Theta(e^{-\theta}\Delta\theta, \theta)}{\Delta(e^{-\theta}\Delta\theta)}, \qquad \frac{\Delta_2(e^{-\theta}\Delta\theta)}{\Delta(e^{-\theta}\Delta\theta)},$$

et l'on devra vérifier que chacun d'eux est une fonction de $e^{-\theta}\Delta\theta$.

» *Si $e^{-\theta}\Delta\theta$ est une constante, on calculera l'invariant $e^{-\theta}\Delta_2\theta$. Si ce dernier est constant aussi, l'élément linéaire donné convient à des spirales en même temps qu'à des surfaces de révolution. Si $e^{-\theta}\Delta_2\theta$ n'est pas une constante, on formera*

$$\frac{\Theta(e^{-\theta}\Delta\theta, \theta)}{\Delta(e^{-\theta}\Delta_2\theta)},$$

et ce nouvel invariant devra être une fonction de $e^{-\theta}\Delta_2\theta$.

» Remarquons qu'en égalant à zéro les deux invariants $\Theta(e^{-\theta}\Delta\theta, \theta)$ et $\Theta(e^{-\theta}\Delta_2\theta, \theta)$, on aurait les caractères spécifiques des surfaces applicables sur les surfaces de révolution.

» Les conditions à la fois nécessaires et suffisantes que nous venons d'énoncer et qui résolvent, dans tous les cas, le problème proposé, permettent encore de déterminer des fonctions inconnues d'une variable, figurant dans un élément linéaire, par la condition que cet élément linéaire convienne à des spirales. Soit par leur emploi, soit au moyen de considérations directes, on peut établir les théorèmes suivants :

» *Les éléments linéaires qui conviennent à la fois à des spirales et à des surfaces moulures sont tous compris dans les formules*

$$ds^2 = du^2 + a^2\left(u^m - v^{\frac{m}{1-m}}\right)^2 dv^2, \qquad ds^2 = du^2 + a^2(\log u - \log v)^2 dv^2,$$

où a et m sont des constantes arbitraires.

» *Les éléments linéaires qui conviennent à la fois à des spirales et à des surfaces réglées sont tous compris dans la formule*

$$ds^2 = du^2 + \left(a\frac{u^2}{v^2} + b\frac{u}{v} + c\right) dv^2,$$

où a, b, c sont trois constantes arbitraires.

L'hypothèse $a = 0$, qui donne

$$ds^2 = du^2 + \left(b\frac{u}{v} + c\right) dv^2 = \left(\alpha^{\frac{2}{3}} + \beta^{\frac{2}{3}}\right)(d\alpha^2 + d\beta^2),$$

doit être signalée. En effet, M. Weingarten a récemment déterminé (p. 705 de ce Volume) *toutes* les surfaces applicables sur les paraboloïdes qui ont un plan directeur tangent au cercle de l'infini. (Voir à ce sujet la fin d'une Note insérée aux *Comptes rendus*, t. CX, p. 223.) On peut donc, en particulier, trouver toutes les surfaces dont l'élément linéaire a la forme ci-dessus. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la lumière.* Note de M. C. **Raveau**, présentée par M. Lippmann.

« Maxwell a montré que les composantes du potentiel vecteur dans un milieu isotrope satisfont aux mêmes équations différentielles du second ordre que les composantes de l'élongation dans la théorie de l'élasticité; il a étendu ensuite sa théorie au cas des milieux homogènes cristallisés et retrouvé l'équation aux vitesses de Fresnel. Depuis, plusieurs auteurs ont établi des relations entre les différents vecteurs qui s'introduisent dans la théorie électromagnétique de la lumière et dans les diverses théories élastiques, mais ils se sont bornés à la considération des équations linéaires et au cas des ondes planes. Il m'a semblé intéressant de serrer de plus près les analogies en considérant les diverses expressions de l'énergie.

» Je me bornerai dans cette première Note à l'étude d'un milieu homogène possédant une perméabilité magnétique sensiblement constante dans toutes les directions, ce qui est à peu près vrai pour la plupart des cristaux, et je prendrai pour axes de coordonnées les trois axes de l'ellipsoïde d'induction électrostatique.

» L'énergie par unité de volume est, avec les notations de Maxwell,

$$W = \frac{1}{8\pi}(K_1 P^2 + K_2 Q^2 + K_3 R^2) + \frac{1}{8\pi}(\mu\alpha^2 + \mu\beta^2 + \mu\gamma^2);$$

il s'agit de mettre une partie de cette expression sous la forme d'une énergie cinétique, et l'autre sous la forme d'une énergie potentielle élastique, c'est-à-dire sous la forme d'une fonction quadratique des dérivées des composantes de l'élongation par rapport à l'espace.

» On peut y arriver de deux façons :

» 1° En exprimant les composantes des forces électrique et magnétique en fonction du moment électromagnétique; des relations connues on déduit pour l'expression de l'énergie

$$\begin{aligned} W_1 = {} & \frac{1}{8\pi}\left[K_1\left(\frac{dF}{dt}\right)^2 + K_2\left(\frac{dG}{dt}\right)^2 + K_3\left(\frac{dH}{dt}\right)^2\right] \\ & + \frac{1}{8\pi}\left[\frac{1}{\mu}\left(\frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\partial G}{\partial z}\right)^2 + \frac{1}{\mu}\left(\frac{\partial F}{\partial z} - \frac{\partial H}{\partial x}\right)^2 + \frac{1}{\mu}\left(\frac{\partial G}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial y}\right)^2\right]. \end{aligned}$$

» En écrivant que la variation par rapport au temps de l'intégrale de

cette expression prise dans tout l'espace est nulle, on obtiendra, par la méthode de Lagrange, des équations identiques à celles qu'a données M. Glazebrook, et qu'on déduit de la théorie de M. Sarrau. La considération de ces équations seules n'aurait pas permis d'identifier le vecteur de M. Glazebrook plutôt avec le moment électromagnétique qu'avec la force électrique par exemple, puisque ces équations ne sont pas modifiées quand on différentie un nombre quelconque de fois par rapport au temps.

» 2° On peut introduire un autre vecteur $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$, que Maxwell n'a pas considéré et que je définirai par les équations

$$\alpha = -\frac{d\mathcal{A}}{dt}, \qquad -K_1 P = \frac{\partial\mathcal{C}}{\partial y} - \frac{\partial\mathcal{B}}{\partial z},$$

$$\beta = -\frac{d\mathcal{B}}{dt}, \qquad -K_2 Q = \frac{\partial\mathcal{A}}{\partial z} - \frac{\partial\mathcal{C}}{\partial x},$$

$$\gamma = -\frac{d\mathcal{C}}{dt}, \qquad -K_3 R = \frac{\partial\mathcal{B}}{\partial x} - \frac{\partial\mathcal{A}}{\partial y},$$

dans lesquelles le sens de rotation positif est celui qu'adopte Maxwell.

» L'expression de l'énergie devient

$$W_2 = \frac{1}{8\pi}\left[\frac{1}{K_1}\left(\frac{\partial\mathcal{C}}{\partial y} - \frac{\partial\mathcal{B}}{\partial z}\right)^2 + \frac{1}{K_2}\left(\frac{\partial\mathcal{A}}{\partial z} - \frac{\partial\mathcal{C}}{\partial x}\right)^2 + \frac{1}{K_3}\left(\frac{\partial\mathcal{B}}{\partial x} - \frac{\partial\mathcal{A}}{\partial y}\right)^2\right]$$
$$+ \frac{1}{8\pi}\left[\mu\left(\frac{d\mathcal{A}}{dt}\right)^2 + \mu\left(\frac{d\mathcal{B}}{dt}\right)^2 + \mu\left(\frac{d\mathcal{C}}{dt}\right)^2\right];$$

l'expression qu'avait donnée Mac Cullagh en fonction des composantes de l'élongation est identique à celle-là, sauf, bien entendu, la signification physique des constantes. On pourrait également en déduire les équations de Lamé. Ainsi, la force magnétique ne correspond pas, comme on le dit souvent, au vecteur de Mac Cullagh, mais à la dérivée de ce vecteur par rapport au temps.

» On remarquera que l'énergie magnétique, que Maxwell considérait comme cinétique, correspond à l'énergie cinétique de Mac Cullagh; elle correspond, au contraire, à l'énergie potentielle dans la théorie de Sir William Thomson et de M. Glazebrook, dans lesquelles la vibration est perpendiculaire au plan de polarisation. Toutefois, on peut faire un rapprochement entre les idées de Fresnel et celles de Maxwell. Pour l'un, la force électrique est fonction linéaire des composantes du déplacement électrique; pour l'autre, la force élastique est fonction linéaire des com-

posantes de l'élongation; l'énergie électrostatique d'une part, l'énergie potentielle de l'autre, auront des expressions semblables.

» Il n'en est plus de même pour l'énergie cinétique. Pour Fresnel, cette énergie était la force vive, proportionnelle au carré de la dérivée de l'élongation par rapport au temps; pour Maxwell, au contraire, elle n'est autre que le potentiel électrodynamique des courants de déplacement, dont l'expression en fonction des composantes du déplacement est tout autre que celle d'une force vive. Or, la somme des deux énergies est constante, par hypothèse, dans la théorie de Maxwell; donc la théorie de Fresnel, dans laquelle cette somme est différente, ne satisfait pas au principe de la conservation de l'énergie. On constate ainsi, par une voie nouvelle, le manque de rigueur de la théorie de Fresnel. »

CHIMIE. — *Dissociation du bromhydrate d'amylène sous de faibles pressions.* Note de M. **Georges Lemoine**.

« L'influence de la pression sur la limite de la dissociation est l'une des questions les plus intéressantes soulevées par nos théories d'équilibres chimiques. J'ai pris comme sujet d'expériences le bromhydrate d'amylène, déjà étudié par M. Wurtz, mais seulement à la pression ordinaire. Sa vapeur se dissocie progressivement entre 150° et 360° en donnant un système homogène où la décomposition totale correspondrait à un volume double de celui de la combinaison.

» *Analyses.* — Le bromhydrate, préparé comme d'habitude, était purifié par six ou sept rectifications dans le vide, avec un appareil à quatre boules.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	Composition théorique.
Point d'ébullition de l'amylène primitif...	37°-40°	33°-42°	33°-36°	34°-42°	
Point d'ébullition du bromhydrate.......	103-107	107-110	106-108	105 106	
Brome (méthode de Carius)............	53,2	52,7	52,7 / 52,3	53,1 / 52,8	53,0
Hydrogène...........................	7,5	7,4	7,5 / 7,7	»	7,3
Carbone.............................	40,6	39,3	41,0 / 39,3	»	39,7

» *Températures d'ébullition à de basses pressions* (appareil de M. Berthelot).

Pressions	764^mm	452^mm	238^mm	121^mm	43^mm	21^mm
Température d'ébullition (échantillon *a*)	105	90	71	55	34	28

» *Poids spécifiques* (échantillon *a* bouillant à 105°).

Températures	0°,1	7°,2	18°,6	38°	61°	90°	97°
Poids spécifiques	1,224	1,215	1,200	1,176	1,146	1,106	1,100

$$D_t = D_0(1 - 0,00102t - 0,0000004t^2).$$

» *Chaleurs spécifiques* (en commun avec M. Albert Colson) déterminées avec le calorimètre et par les méthodes de M. Berthelot :

	Intervalles de température		
	de 52° à 15°.	de 58° à 16°.	de 87° à 17°.
Chaleurs spécifiques (échantillon *a*)	0,324	0,325	0,335

» *Dissociation à la pression ordinaire.* — Les mesures de densité de vapeur étaient faites par la méthode de Dumas avec des ballons de très grande capacité.

» Wurtz a donné (*Comptes rendus*, t. LX, p. 729) 21 densités, dont 17 se placent assez bien sur une courbe régulière, mais il avait dit déjà que la durée de l'expérience « n'est pas sans influence sur les nombres » obtenus ». Mes déterminations indiquent une décomposition plus avancée que les siennes, car on voit dans le Tableau ci-après (p. 858) qu'il faut aller au delà de la durée habituelle d'une densité de vapeur.

» Diverses expériences ont été prolongées plusieurs heures, grâce à l'emploi de régulateurs de température, afin d'atteindre la limite de décomposition. Vers 150°, c'est-à-dire un peu au-dessus du point d'ébullition (105°), la densité reste la même quelle que soit la durée de l'expérience; ainsi vers 150° le bromhydrate d'amylène existe bien à l'état de combinaison moléculaire : quelques fumées blanches (HBr) indiquent seulement déjà une trace de décomposition.

» Un caractère très saillant du phénomène est la variation énorme que subit la densité entre 175° et 190°.

» *Dissociation à de faibles pressions*, $\frac{1}{3}$ *et* $\frac{1}{10}$ *d'atmosphère.* — Je me suis attaché surtout à l'étude des plus faibles pressions, car c'est pour elles que les différences des résultats sont les plus marqués. Les densités de vapeur obtenues sont notablement inférieures à celles qu'on a pour la pression ordinaire. Cette différence se constate dès 150°; elle semble même appa-

raître dès 100°, car, avec un vide partiel, on peut descendre jusqu'à cette température à cause de l'abaissement du point d'ébullition. Les nombres obtenus seraient d'ailleurs des maxima si, malgré mes efforts, la température n'avait pas été assez prolongée pour atteindre la limite de la dissociation : on sait, en effet, que celle-ci s'établit toujours plus lentement dans les gaz très dilués, comme je l'ai montré pour l'acide iodhydrique.

» *Conclusion.* — En restant uniquement ici sur le terrain de l'expérience, on voit que pour le bromhydrate d'amylène, formé avec condensation, la *dissociation est facilitée par une diminution de pression*. En discutant sur un tracé graphique l'ensemble des déterminations dont une partie seulement est donnée ci-dessous, j'admets approximativement les nombres suivants :

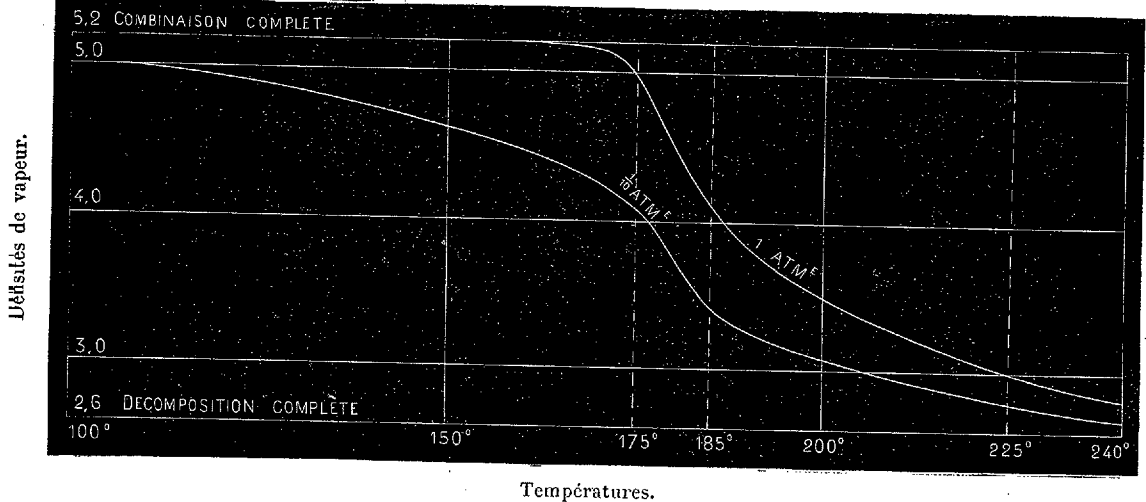
Température :	100°.	150°.	175°.	185°.	200°.	225°.	300°.
Densités de vapeur à 1^{atm}	»	5,2	5,0	4,1	3,5	3,0	2,6
» » $\frac{1}{10}^{atm}$	5,0	4,6	4,1	3.4	3,1	2,8?	2,6

d'où, par un calcul facile :

Fraction de la masse décomposée à 1^{atm}	»	0	0,05	0,28	0,50	0,75	1
» » » $\frac{1}{10}^{atm}$	0,05	0,14	0,28	0,54	0,69	0,87?	1

» M. Calvet et M. Ferrières m'ont prêté successivement dans ces recherches leur meilleur concours : je les prie de recevoir tous mes remerciements.

Dissociation du bromhydrate d'amylène à différentes pressions.



Températures.
(Voir le Tableau ci-après.)

Pression atmosphérique.

» Les expériences faites vers une même température sont rangées d'après leur durée, pour montrer que celles qui sont trop courtes, dans la période de dissociation, donnent des densités trop fortes.

La combinaison totale correspond à la densité.......................... **5,24**
La décomposition totale correspond à la densité........................ **2,62**

Désignation des échantillons.	Température.	Durée de l'expérience.	Pression.	Excès de poids.	Baromètre à o.	Volume du ballon.	Air restant.	Densité de vapeur.
	°	min		gr °	mm	cc	cc	
c.......	125	46	»	1,535 à 15,4	760	436	2,0	5,4
b.......	156	10	»	1,649 à 11,2	743	529	6,3	5,4
b.......	154	80	»	1,404 à 17,0	749	447	5,8	5,4
c.......	154	180	»	1,453 à 12,0	769	467	5,0	5,3
c.......	154	360	»	1,788 à 17,0	761	544	6,4	5,5
c.......	153	360	»	1,457 à 9,8	762	453	1,5	5,4
a.......	160	7	»	1,287 à 17,5	751	421	5,2	5,3
a.......	173	11	»	1,077 à 15,3	754	392	4,2	5,1
a.......	186,3	9	»	0,872 à 13,3	753	406	4,2	4,5
a.......	183	52	»	0,836 à 10,9	757	451	0,4	4,1
a.......	184	51	»	0,982 à 10,1	761	490	1,3	4,2
a.......	208	4	»	0,812 à 11,1	753	525	7,2	3,9
d.......	200	34	»	0,513 à 12,1	755	410	3,2	3,4
c.......	200	180	»	0,848 à 12,0	745	583	10,2	3,7?
a.......	227,5	6	»	0,449 à 17,1	753	386	2,7	3,4
d.......	229,5	30	»	0,336 à 8,0	758	442	5,0	2,9
a.......	224,5	43	»	0,368 à 11,7	761	434	0,3	2,9

Pression de $\frac{3}{10}$ d'atmosphère.

Désignation des échantillons.	Température.	Durée de l'expérience.	Pression.	Excès de poids.	Baromètre à o.	Volume du ballon.	Air restant.	Densité de vapeur.
	°	min	mm	gr °	mm	cc	cc	
a.......	98	22	237	+0,070 à 8,6	750	417	0,6	4,75
d.......	183	44	236	−0,165 à 12,3	743	418	0,1	3,4
a.......	228	10	242	−0,194 à 10,5	759	311	0,8	2,8

Pression de $\frac{2}{10}$ d'atmosphère.

Désignation des échantillons.	Température.	Durée de l'expérience.	Pression.	Excès de poids.	Baromètre à o.	Volume du ballon.	Air restant.	Densité de vapeur.
	°	min	mm	gr °	mm	cc	cc	
d.......	99	64	77	−0,402 à 11,6	761	518	0,3	4,85
d.......	100	120	80	−0,424 à 13,3	751	599	0,7	5,1
d.......	152	40	81	−0,333 à 11,4	748	413	1,0	4,8
d.......	149,5	92	78	−0,488 à 13,0	761	569	1,1	4,6
d.......	179,5	64	76	−0,540 à 18,0	761	606	0,4	4,1
a.......	184	118	76	−0,532 à 11,3	763	524	0,9	3,1
a.......	201,5	82	77	−0,563 à 12,8	762	556	1,1	3,1

CHIMIE. — *Sur la préparation et la réaction des chlorures ammoniacaux de mercure*. Note de M. G. **André**.

« La dissolution de l'oxyde jaune de mercure (20^{gr}) dans une solution bouillante de sel ammoniac (100^{gr} dans 350^{gr} d'eau) fournit, par refroidissement, un précipité cristallin peu abondant dont la composition n'est pas constante. Cette composition se rapproche de celle du chlorure $HgCl^2 . 2AzH^3$ plus ou moins hydraté. L'étude de l'action de l'ammoniaque sur l'eau mère de ce produit conduit à plusieurs remarques importantes relatives à la production du chlorure ammoniacal de mercure. Elle conduit aussi, ainsi que je vais le dire, dans certains cas, à la préparation du chloramidure et du chlorure d'oxydimercuriammonium, et cela conformément aux vues que j'ai émises antérieurement [1].

» I. La dissolution de l'oxyde jaune dans le sel ammoniac étant effectuée comme plus haut et la solution froide étant séparée du précipité cristallin, on traite cette dissolution par de l'ammoniaque du commerce étendue de son volume d'eau, jusqu'à odeur fortement ammoniacale. Le précipité blanc, caséeux, qui prend naissance, est lavé rapidement par décantation jusqu'à disparition d'odeur, puis séché à 100°. Un premier produit ainsi préparé fondait dans un petit tube sans donner d'eau; il avait une apparence cristalline et répondait à la combinaison d'un chlorure ammoniacal avec le chloramidure $HgCl^2 . 2AzH^3 + HgClAzH^2$ [2]. En effet, la réaction

$$HgCl^2, 2AzH^3 = HgCl, AzH^2 + AzH^4Cl$$

se produit très vite au contact de l'eau. Mais, si le corps que je viens de décrire est lavé avec le moins d'eau possible, le sel ammoniac en excès dans la dissolution empêche le chloramidure d'être décomposé plus avant par l'eau. Ce composé me paraît donc contenir du chloramidure. En opérant de la même façon, mais en tube scellé vers 200°, et en présence seulement d'une petite quantité d'ammoniaque, j'ai obtenu des corps analogues.

» Dans deux autres expériences dans lesquelles le précipité caséeux a

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 233 et 290.

[2]

	Calculé...	Cl = 19,13	Hg = 71,87	Az = 7,54
	Trouvé...	Cl = 19,20	Hg = 72,36	Az = 7,16

été longuement lavé, on a obtenu un composé qui, ainsi qu'on pouvait le prévoir, ne renferme plus de chlorure ammoniacal, mais bien une combinaison de chloramidure et du chlorure $AzH^2(Hg,O,Hg)Cl$. Un lavage encore plus prolongé ne laisse que ce dernier corps.

» Un lavage peu prolongé et rapidement conduit fournit le chloramidure lui-même très pur, ainsi que je l'ai vérifié. Mais on peut facilement dépasser la limite et obtenir une série de combinaisons de chloramidure et de chlorure d'oxydimercuriammonium.

» II. Si le précipité caséeux produit par la réaction de l'ammoniaque sur la dissolution d'oxyde jaune dans AzH^4Cl est chauffé en présence d'un excès d'ammoniaque en tube scellé, vers 200°, il fournit, par refroidissement, un corps cristallin qui, lavé avec très peu d'eau froide, répond à la formule du chlorure ammoniacal bien connu $HgCl^2.2AzH^3$. On peut encore préparer ce chlorure, ou un hydrate, en ajoutant peu à peu à froid de l'ammoniaque à la dissolution d'oxyde jaune tant que le précipité, d'abord formé, se redissout. Le liquide, exposé sur de la chaux vive pendant plusieurs semaines, abandonne peu à peu le chlorure ammoniacal bien cristallisé. On peut également, ou bien ajouter à de l'ammoniaque légèrement tiède la dissolution d'oxyde jaune, ou bien faire passer pendant longtemps un courant de gaz ammoniac dans la dissolution d'oxyde jaune chauffée doucement. Le précipité caséeux d'abord formé se redissout partiellement et, après filtration et refroidissement, on obtient le chlorure

$$HgCl^2.2AzH^3.\tfrac{1}{2}H^2O \ (^1).$$

» III. Débarrassée des cristaux du chlorure ammoniacal, l'eau mère précipite en blanc par un grand excès d'eau. Lavé et séché à 100°, ce corps amorphe n'est autre que le chlorure d'oxydimercuriammonium

$$AzH^2(Hg.O.Hg)Cl.$$

Il existe, en effet, en dissolution, du chlorure ammoniacal; celui-ci s'est décomposé sous l'influence d'un excès d'eau. Les équations suivantes traduisent ces diverses réactions :

$$2AzH^4Cl + HgO = HgCl^2,2AzH^3 + H^2O,$$
$$2(HgCl^2.2AzH^3) + H^2O = AzH^2(Hg.O.Hg)Cl + 3AzH^4Cl,$$

(1) Il ne se forme, dans aucun cas, un composé tel que $HgCl^2.5AzH^3$, si facile à obtenir dans de semblables conditions avec le chlorure de zinc.

et, enfin,

$$AzH^4Cl + 2HgO = AzH^2(Hg.O.Hg)Cl + H^2O.$$

» IV. On sait que le chlorure ammoniacal cristallisé $HgCl^2.2AzH^3$, dont il vient d'être question, a été préparé d'abord par Mitscherlich en ajoutant, peu à peu et jusqu'à commencement de trouble persistant, une solution de sublimé dans une liqueur bouillante contenant un mélange de sel ammoniac et d'ammoniaque. Or, la même opération, faite en ajoutant un excès de sublimé, conduit à un autre composé. En effet, si, dans une solution de sel ammoniac additionnée d'ammoniaque, on ajoute peu à peu, sans chauffer, une solution de chlorure mercurique, il y a d'abord dissolution, puis, si on dépasse ce terme, formation d'un précipité caséeux. Ce précipité, lavé par décantation à l'eau froide jusqu'à perte d'odeur ammoniacale, puis séché à 100°, répond à la combinaison d'un chlorure ammoniacal contenant molécules égales de chlorure et d'ammoniaque : $HgCl^2.AzH^3$ (1). Si la même opération est effectuée à l'ébullition, comme pour préparer le chlorure de Mitscherlich, mais en ajoutant un excès de chlorure mercurique, on obtient encore le corps $HgCl^2.AzH^3$, sous forme d'un précipité caséeux. Ces deux précipités lavés à l'eau froide, en évitant qu'une action trop prolongée ne les jaunisse, sont décomposés et fournissent du chloramidure, car

$$2HgCl^2.AzH^3 = AzH^2.HgCl + AzH^4Cl.HgCl^2. »$$

CHIMIE. — *Sur les sels de sous-oxyde d'argent*. Note de M. **Güntz**.

« La question de l'existence des sels de sous-oxyde d'argent a été très discutée. Les résultats de Wöhler qui semblaient établir leur existence ont été contestés, et la majorité des chimistes semble nier leur existence.

» J'ai montré dernièrement l'existence d'un sel de sous-oxyde d'argent parfaitement défini et cristallisé, le sous-fluorure d'argent Ag^2F. En partant de ce produit, il est facile d'obtenir les autres sels de sous-oxyde d'argent.

» Lorsqu'on fait arriver un courant de HCl sec sur du sous-fluorure

---

(1) Calculé ...... Hg = 69,44; Cl = 24,65; Az = 4,86.
Trouvé... (1) Hg = 69,91-70,02; Cl = 24,30; Az = 4,84.
Trouvé... (2) Hg = 69,95; Cl = 23,74; Az = 4,79.

d'argent, il se colore immédiatement et prend une teinte violette. Si l'on dose HCl absorbé, on trouve que l'absorption de HCl est assez faible. Si l'on prend la substance ainsi obtenue, elle paraît homogène; mais si, après l'avoir broyée on la regarde à la loupe, on voit nettement une grande quantité de points jaunes qui sont encore du sous-fluorure d'argent non attaqué. Au lieu d'employer HCl gazeux, il est plus facile d'employer un autre chlorure; les chlorures de carbone, de silicium, de phosphore, etc., donnent tous le fluorure correspondant et le sous-chlorure d'argent.

» J'ai trouvé ainsi, suivant les préparations :

Ag.......	84,08 83,35	au lieu de 85,88 pour 100
Cl........	14,19 15,07	au lieu de 15,12 pour 100

» Ces analyses indiquent toutes dans le produit un peu de AgCl dont la présence n'a rien d'anormal.

» J'ai préparé de même Ag^2I en faisant passer un courant de HI sur Hg^2F, la réaction a lieu avec un très grand dégagement de chaleur; le sous-sulfure d'argent Ag^4S par l'action de H^2S sur Ag^2F. Le sous-sulfure obtenu contenait 92,37 d'argent, la théorie exige 93,08; le sous-oxyde d'argent se produit par l'action de la vapeur d'eau à 160° sur Ag^2F.

» Je me propose de déterminer la chaleur de formation du sous-chlorure d'argent et de vérifier son identité avec le produit d'altération par la lumière du chlorure d'argent. »

CHIMIE. — *Sur le sulfure de bore.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« J'ai préparé le sulfure de bore par l'action de l'hydrogène sulfuré sec sur le bore amorphe chauffé au rouge (méthode Sainte-Claire Deville et Wœhler). La réaction ne commence qu'au rouge, tout près de la température de ramollissement du verre. L'attaque du bore est lente et n'est jamais complète.

» Les gaz entraînent du sulfure borique sous forme d'une poudre blanche cristalline très ténue, qui se dépose très difficilement et peut obstruer les tubes abducteurs. La majeure partie du sulfure se condense dans les parties du tube voisines de la portion chauffée au rouge : c'est d'abord une masse fondue, transparente, opaline après refroidissement; au delà, on

voit un dépôt de matière opaque, porcelanique, d'aspect un peu nacré, se détachant assez aisément en éclats conchoïdes; plus loin encore, se forme un anneau de belles aiguilles brillantes très légères, semblables à celles qu'on obtient dans le procédé de M. Fremy.

» Les aiguilles sont constituées par du sulfure pur : la matière vitreuse contient toujours un excès de soufre, dû sans doute à la dissociation que l'acide sulfhydrique éprouve pour son compte à la température de formation du sulfure. Cet excès de soufre est de 11 à 17 pour 100 selon les échantillons.

» Ces diverses variétés de sulfure sont attaquées par l'eau avec une violence extrême. Néanmoins je suis parvenu à mesurer la chaleur que dégage cette réaction, en me servant du dispositif que j'avais imaginé, en 1880, pour les sulfures de silicium et d'aluminium ([1]). Le sulfure est enfermé dans un tube de verre mince immergé dans l'eau du calorimètre; une ampoule à robinet permet d'y introduire un volume connu d'eau, suffisant pour dissoudre tout l'acide borique formé. Le gaz sulfhydrique, qui se dégage très brusquement, circule dans un serpentin noyé dans le calorimètre, puis est absorbé par un volume connu de liqueur titrée d'iode. Un deuxième flacon, placé au delà, contient de l'iode dont le titre doit demeurer invariable. A la fin de l'expérience, on balaye rapidement le gaz par un courant d'hydrogène : la variation du titre de l'iode indique le poids de sulfure détruit. On tient compte d'ailleurs du poids de gaz sulfhydrique qui demeure dissous dans l'eau du petit tube.

» On a trouvé ainsi que la réaction

$$Bo^2S^3 + 3H^2O\text{ liq.} = 2Bo(OH)^3\text{ diss.} + 3H^2S\text{ diss.}$$

dégage, pour $Bo^2S^3 = 118^{gr}$,

Sulfure aciculaire	58^{Cal}
Sulfure vitreux	56^{Cal}

» Moyenne : 57^{Cal} (vers 12°).

» D'autres essais thermiques ont été effectués en dissolvant directement le sulfure dans une solution titrée d'iode employée comme liquide calorimétrique et renfermée, à cet effet, dans une fiole mince fermée. Le sulfure pesé était scellé dans une ampoule convenablement lestée par une lame de platine. La rupture de l'ampoule étant déterminée par une se-

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXII, p. 1.

cousse brusque, la réaction se produit très rapidement sans aucune perte de gaz. La chaleur dégagée dans cette réaction a été trouvée de

$$124^{\text{Cal}},6.$$

» Si nous retranchons de cette valeur la chaleur dégagée par l'action de l'iode dissous sur l'acide sulfhydrique gazeux, soit $22^{\text{Cal}} \times 3$, ou 66^{Cal}, nous devons retrouver la chaleur relative à l'action de l'eau sur le sulfure. On trouve ainsi

$$58^{\text{Cal}},6,$$

valeur sensiblement identique à celle obtenue par la mesure directe. Nous adopterons, comme moyenne,

$$57^{\text{Cal}},8.$$

» Les résultats thermiques déjà acquis permettent de déduire aisément de ce nombre la chaleur de formation du sulfure borique à partir des éléments ; il suffit de considérer les deux cycles de réactions qui suivent :

		Cal
1°	Bo^2 amorphe + S^3 sol. = Bo^2S^3 sol., dégage..........	x
	$6H + 3O = 3H^2O$ liq............................	69×3
	Bo^2S^3 sol. + $3H^2O$ liq. = $2Bo(OH)^3$ diss. + $3H^2S$ diss..	57,8
2°	Bo^2 amorphe + O^3 = Bo^2O^3........................	312,6
	Bo^2O^3 + Aq. = $2Bo(OH)^3$ diss.....................	7,2
	$6H + 3S$ sol. = $3H^2S$ dissous......................	$9,2 \times 3$

» On en tire

$$x = 82^{\text{Cal}},6,$$

valeur bien inférieure à la chaleur dégagée par la formation de l'oxyde, et même de la dose équivalente de chlorure. Les analogies indiquent qu'elle doit aussi être inférieure à celle de l'iodure. Aussi j'ai tenté de faire agir l'iode sur le sulfure borique : l'action est nulle à basse température ; mais, au rouge sombre, le passage lent de la vapeur d'iode détermine la destruction du sulfure, et la formation de lamelles brunes moins volatiles que l'iode qui, au contact de l'eau, donnent de l'acide iodhydrique et de l'acide borique. C'est de l'iodure de bore semblable à celui que M. Moissan vient de préparer par action directe. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrogène boré*. Note de M. PAUL SABATIER.

« On est mal fixé sur l'existence réelle de l'hydrure de bore. Jones serait parvenu à l'obtenir, mélangé d'hydrogène, en attaquant par l'acide chlorhydrique le borure de magnésium.

» Pour contrôler cette assertion, j'ai préparé le borure de magnésium en chauffant au rouge vif, dans des nacelles de fer, au sein d'une atmosphère d'hydrogène, un mélange de 10 parties d'anhydride borique et de 24 parties de magnésium en poudre. On obtient une masse brune qui, attaquée par l'acide chlorhydrique pur, donne une effervescence très vive. Après l'attaque, il reste un résidu noirâtre, constitué par du bore amorphe qui retient un peu de magnésium, même après un contact prolongé avec un excès d'acide (1).

» Le gaz qui se dégage (l'hydrogène boré de Jones) possède une odeur infecte, et brûle avec une très belle flamme verte. Il fournit avec le nitrate d'argent un précipité brunâtre, soluble dans l'acide nitrique. Dirigé au travers d'un tube de verre chauffé au rouge sombre, il perd immédiatement ses caractères, et sort à l'état d'hydrogène pur inodore, en même temps qu'un anneau de bore très divisé se dépose dans la partie la plus chaude.

» La potasse le ramène immédiatement à l'état d'hydrogène inodore, brûlant avec une flamme invisible, et on observe une faible augmentation du volume gazeux ($\frac{1}{100}$ environ). L'eau ne l'altère qu'à la longue. Le gaz se conserve bien sur le mercure pendant plusieurs jours; néanmoins, le mercure est attaqué et se recouvre d'une légère couche brune. Les étincelles électriques le ramènent promptement à la forme d'hydrogène.

» Ces divers résultats montrent que le gaz de Jones est constitué par de l'hydrogène renfermant une très petite quantité d'hydrure de bore. Ce dernier est visiblement un gaz extrêmement fétide, brûlant avec une magnifique flamme verte, détruit en ses éléments par la chaleur rouge et par les étincelles électriques, attaquant le mercure, et immédiatement décomposé par la potasse avec accroissement de volume (qui devient sans doute triple). »

---

(1) En opérant sur divers mélanges plus riches en anhydride borique, on obtient une matière plus dure, d'où l'acide chlorhydrique dégage un gaz de caractères identiques; mais le résidu de bore amorphe est plus abondant.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur deux nouveaux états du soufre.* Note de M. **Engel**, présentée par M. Friedel.

« On sait que M. Berthelot a distingué deux états essentiels du soufre, limites stables auxquelles tous les autres états peuvent être réduits, à savoir : le soufre octaédrique et le soufre insoluble dans les dissolvants proprement dits.

» Au soufre octaédrique se rattachent le soufre prismatique et le soufre mou émulsionnable des polysulfures, tous deux transformables en soufre octaédrique sous la seule influence du temps.

» Le soufre insoluble comprend plusieurs variétés distinctes, parmi lesquelles le soufre mou des hyposulfites. Une fois ramenées à l'état solide, ces variétés possèdent deux caractères communs : l'absence de toute forme cristalline et l'insolubilité dans le sulfure de carbone.

» I. J'ai pu préparer un soufre cristallisé qui se rattache à ce deuxième état limite, c'est-à-dire qui se transforme sous la seule influence du temps, non plus en soufre octaédrique comme toutes les variétés cristallisées actuellement connues, mais en soufre amorphe et insoluble. La formation de ce nouveau soufre a été observée au cours d'une étude sur la stabilité différente de l'acide hyposulfureux en présence de quantités variables d'acide chlorhydrique. Voici comment on le prépare :

» On verse, en agitant, dans deux volumes d'une solution d'acide chlorhydrique, saturée à 25° ou 30° et refroidie à 10° environ, un volume d'une solution également saturée à la température ordinaire d'hyposulfite de soude. Il se précipite du chlorure de sodium et l'acide hyposulfureux mis en liberté possède, dans ces conditions, une stabilité suffisante pour qu'il soit possible de filtrer le liquide qui passe incolore au début de la filtration. Peu à peu le liquide filtré jaunit et l'intensité de la coloration augmente, comme si un soufre soluble faisait équilibre à la décomposition de l'acide hyposulfureux; en même temps, de l'acide sulfureux se dégage. Lorsque la teinte jaune est devenue très prononcée et avant que le liquide se trouble par la précipitation de soufre, on agite la solution filtrée avec son volume de chloroforme. Celui-ci se colore fortement en jaune en diminuant la teinte de la portion aqueuse. On sépare le chloroforme à l'aide d'un entonnoir à robinet, on filtre et on abandonne à

cristallisation. On obtient ainsi très rapidement de petits cristaux de soufre qui diffèrent absolument du soufre octaédrique.

» Ces cristaux, dont M. Friedel a bien voulu faire l'examen cristallographique ([1]), sont plus denses que le soufre octaédrique. Densité = 2,135. Au moment de leur préparation, ils sont transparents. Après trois ou quatre heures, ils commencent à s'altérer, augmentent de volume et passent peu à peu à l'état de soufre insoluble. Ils fondent au-dessous de 100° et le soufre est alors devenu analogue au soufre mou des hyposulfites récemment préparé, c'est-à-dire qu'il présente encore une solubilité partielle dans le sulfure de carbone. Après évaporation de la solution dans le sulfure de carbone, une nouvelle portion devient insoluble et ainsi de suite jusqu'à ce que toute la masse soit devenue insoluble. La coloration de ces cristaux est jaune orangé et non jaune citron, comme celle du soufre octaédrique. Leur analyse a montré qu'ils ne sont formés que de soufre. Lorsqu'on les volatilise dans une cloche courbe en présence d'un gaz inerte ou d'air, le volume gazeux reste rigoureusement le même avant et après l'opération, ce qui exclut la présence même de traces d'hydrogène.

» II. La solution d'acide hyposulfureux dans l'acide chlorhydrique, préparée comme il a été dit plus haut, donne, lorsqu'on l'abandonne à elle-même, un précipité de soufre qui ne tarde pas à se réunir en flocons jaunes. Dans cet état, le soufre est entièrement soluble dans l'eau. Non seulement il se redissout lorsqu'on ajoute de l'eau au liquide qui le tient en suspension, mais il peut être séparé par décantation de la majeure partie du liquide, puis jeté rapidement sur un filtre, tout en conservant sa solubilité dans l'eau. La solution obtenue est jaune et se décompose très rapidement en donnant le soufre mou ordinaire des hyposulfites. Ces flocons de soufre soluble dans l'eau, ne tardent pas à s'agglomérer en se transformant en soufre mou. Ils ont alors perdu leur solubilité dans l'eau. Cette transformation s'effectue sans qu'il soit possible de saisir un dégagement d'hydrogène sulfuré. Ce fait exclut l'idée que ce corps pourrait être un polysulfure d'hydrogène. Ces polysulfures sont d'ailleurs insolubles dans l'eau et donnent en se décomposant du soufre octaédrique.

» III. L'interprétation de ces faits me paraît être la suivante : l'acide hyposulfureux, dans les conditions où il a été préparé, subit une décomposition progressive en eau, acide sulfureux et soufre. Ce soufre est à l'état atomique ou, du moins, à un état peu avancé de condensation et

---

([1]) Voir plus haut, p. 834.

limite la décomposition de l'acide hyposulfureux. Peu à peu le soufre se condense. Cette condensation se fait de deux manières différentes, suivant que le soufre a été isolé ou non du liquide générateur par le chloroforme. Dans le premier cas, le soufre passe d'abord par l'état cristallisé qui a été décrit plus haut; dans le second cas, il se transforme en soufre amorphe, solide, soluble dans l'eau avant d'atteindre la condensation limite qui répond à l'état du soufre amorphe et insoluble de M. Berthelot.

» Des expériences préliminaires me font espérer qu'il sera possible de fixer la grandeur moléculaire du nouveau soufre cristallisé ou tout au moins de la limiter entre deux valeurs très voisines. J'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'urée sur l'acide sulfanilique.* Note de M. **J. Ville**, présentée par M. Friedel.

« Désirant étudier l'action physiologique de l'acide sulfanilique et rechercher si cette amine acide s'élimine à l'état d'acide uramique, j'ai voulu d'abord essayer d'obtenir synthétiquement ce dernier composé, en faisant agir l'acide sulfanilique sur l'urée [1].

» Le mélange intime de ces deux corps finement pulvérisés dans les proportions de 1 molécule d'acide sulfanilique anhydre pour 1,5 molécule d'urée, devient pâteux à 105° et commence à fondre vers 110°. La masse demi-fluide ainsi obtenue perd sa fluidité de 115° à 120° et se solidifie en un corps blanchâtre très consistant. On porte à 125° et on maintient pendant trois ou quatre heures à cette température. Dans cette réaction, il y a dégagement d'ammoniaque. Après refroidissement, on dissout dans l'eau, et la solution aqueuse, additionnée d'un excès d'hydrate de baryte, est placée pendant quarante-huit heures dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique. On décompose ainsi le sel ammonique provenant de la neutralisation partielle, par l'ammoniaque, du produit acide qui se forme pendant la réaction, et l'on transforme en sel de baryum ce produit acide.

» La liqueur filtrée, débarrassée de l'excès de baryte par un courant

---

[1] MM. G. Pellizzari et V. Matteucci (Giornale l'*Orosi*, mai 1888) ont obtenu le carbamidophényl-sulfate de potassium $CO(AzH^2)(AzHC^6H^4, SO^3K)$ en faisant bouillir un mélange d'une solution aqueuse de cyanate de potassium et d'acide sulfanilique, et en évaporant à siccité.

de gaz carbonique et concentrée par évaporation au bain-marie, donne, par addition d'alcool absolu, un abondant précipité blanc de sel barytique. Pour assurer la purification du produit, il est bon de procéder à plusieurs précipitations successives de sa solution aqueuse par l'alcool absolu. Ce sel de baryum, bien lavé à l'alcool à 90° pour enlever toutes les traces d'urée en excès, est dissous dans l'eau et l'on précipite le baryum par une quantité exactement calculée d'acide sulfurique. La liqueur séparée par filtration est concentrée au bain-marie et placée dans le vide sec.

» On obtient ainsi un produit cristallisé en lamelles microscopiques penniformes.

» Ce corps, très soluble dans l'eau, se dissout assez facilement dans l'alcool absolu; il est complètement insoluble dans l'éther, le chloroforme et la benzine.

» Il présente une réaction fortement acide, décompose les carbonates et donne avec les bases des sels cristallisés.

» L'analyse montre que ce corps répond, par sa composition, au produit formé par la combinaison d'une molécule d'acide sulfanilique et d'une molécule d'urée avec perte d'une molécule d'ammoniaque :

	Trouvé en centièmes.						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Calculé pour $C^7H^8Az^2SO^4$.
C........	38,41	38,59	»	»	»	»	38,89
H........	4,12	4,02	»	»	»	»	3,70
Az.......	»	»	12,84	12,55	»	»	12,96
S........	»	»	»	»	14,75	14,67	14,82
O........	»	»	»	»	»	»	29,63

» Le sel de baryum cristallise en prismes clinorhombiques solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool. Il renferme 3 molécules d'eau de cristallisation, qu'il perd quand on le chauffe, vers 95°, dans un courant d'air sec (H^2O trouvé, en centièmes, 8,71; théorie, 8,69). Le sel anhydre a donné, en centièmes, les nombres suivants à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^7H^7Az^2SO^4)^2Ba$.
Ba................	24,08	24,16
S.................	11,35	11,29
Az................	9,61	9,88

» L'action des agents d'hydratation, venant confirmer les données

fournies par l'analyse, montre que l'acide obtenu est un acide uramique.

» Quand on le chauffe en vase clos, vers 130°, avec un excès d'eau de baryte, il se dédouble en ammoniaque, acide carbonique et acide sulfanilique, ces deux derniers se transformant en sels de baryum :

$$C^7H^8Az^2SO^4 + H^2O = AzH^3 + CO^2 + C^6H^4.AzH^2.SO^3H.$$

Le précipité blanc formé dans cette réaction, recueilli sur un filtre et lavé, se dissout complètement, avec effervescence, dans l'acide chlorhydrique étendu. La liqueur, séparée par filtration du précipité de carbonate de baryte, donne, par addition d'acide chlorhydrique, des lamelles rhombiques brillantes d'acide sulfanilique.

» Si l'on rapproche de ce fait le dégagement d'ammoniaque observé pendant la réaction de l'acide sulfanilique sur l'urée, on voit que la formation de l'acide qui nous occupe répond à l'équation suivante

$$AzH^2.C^6H^4.SO^3H + COAz^2H^4 = AzH^3 + (AzH^2.CO\text{-}AzH.C^6H^4.SO^3H),$$

et que la constitution de ce corps, qui peut être désigné sous le nom d'*acide sulfanilocarbamique*, est exprimée par la formule

$$C^6H^4\begin{cases}AzH\text{-}CO.AzH^2\\SO^3H\end{cases}.$$

» Je me propose de rechercher si l'acide sulfanilique, introduit dans l'économie, s'élimine sous la forme de cet acide uramique dont je viens de faire l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles combinaisons obtenues avec les sulfites métalliques et les amines aromatiques.* Note de M. G. **Denigès.**

« Les combinaisons fournies par les bisulfites de cadmium, cuprosum, manganèse, nickel, cobalt, fer et mercuricum avec l'orthotoluidine, la paratoluidine et l'α-métaxylidine, sont de tout point comparables, comme composition et comme caractères, aux dérivés correspondants de l'aniline décrits dans ma précédente Note; seul, le bisulfite de nickel et d'orthotoluidine n'a pu être obtenu. Quant au bisulfite de zinc, il se comporte, vis-à-vis de ces amines aromatiques, d'une manière toute spéciale.

» Les combinaisons du cadmium, manganèse, fer, cobalt et nickel ont été préparées en mélangeant à une solution bouillante de 10^{gr} de l'azotate ou du sulfate de ces métaux une solution également bouillante de 10^{gr} de l'amine à combiner dans 10^{cc} à 15^{cc} d'acide acétique ou mieux chlorhydrique et 200^{cc} d'eau, et, versant dans la liqueur très chaude 50^{cc} à 60^{cc} au moins de bisulfite de soude (de $D = 1,38$), il se forme bien vite un précipité blanc avec les sels de cadmium et de manganèse (ces derniers sont, en effet, à peine teintés de rose), jaune chamois avec le fer, rose avec le cobalt et jaune clair avec le nickel. Ces précipités consistent en lamelles hexagonales ou en sphérules cristallines; les cristaux sont plus petits et plus grenus dans les dérivés xylidiques que dans ceux obtenus avec les toluidines.

» Avec le cobalt et la paratoluidine, on obtient, au bout de vingt-quatre heures, de grosses granulations d'un rose très vif, formées de lamelles cristallines enchevêtrées et très adhérentes aux parois des vases, si, avant l'addition du bisulfite de soude, on a eu soin de diluer à $1^{lit},5$ environ le mélange de nitrate de cobalt et de paratoluidine, et de le porter à l'ébullition.

» Les divers composés ainsi obtenus répondent à la formule générale

$$(SO^3)^2 M''H^2, 2 \left\{ Az \begin{matrix} \diagup X \\ -H \\ \diagdown H \end{matrix} \right\},$$

dans laquelle M″ est un des métaux bivalents cités, et X un noyau aromatique.

» Les analyses effectuées concordent très bien avec cette formule.

» *Combinaisons du cuprosum.* — Ces composés, qui se forment avec la plus grande facilité, se préparent en ajoutant 40^{cc} de bisulfite de soude ($D = 1,38$) dilués avec 100^{cc} d'eau dans un mélange chaud d'une solution bouillante de 25^{gr} de sulfate de cuivre dans 250^{cc} d'eau et d'une solution de 10^{gr} d'amine aromatique dans 300^{cc} d'eau et 10^{cc} à 12^{cc} d'acide acétique.

» Dans le cas de la paratoluidine il se produit en effectuant ce premier mélange un sulfate double de cuivre et de l'amine aromatique, et c'est seulement après filtration que la liqueur doit être traitée par le bisulfite de soude. Il se forme très vite des cristaux lamellaires hexagonaux blanc jaunâtre, qui, lavés à l'eau froide puis rapidement desséchés sur des plaques poreuses, se conservent à l'air et à la lumière.

» Par calcination ces produits laissent aisément de l'oxyde cuivrique pur, qui permet de doser aisément le cuivre qu'ils renferment.

» J'ai ainsi obtenu :

» Le bisulfite de cuprosum et d'o.-toluidine $(SO^3)^2Cu^2H^2, 2\left\{Az\begin{array}{l}\diagup C^6H^4.CH^3\\ -H\\ \diagdown H\ (1,2)\end{array}\right\}.$

	Calculé.	Trouvé.
CuO	31,61	31,50

» Le bisulfite de cuprosum et de p.-toluidine $(SO^3)^2Cu^2H^2, 2\left\{Az\begin{array}{l}\diagup C^6H^4.CH^3\\ -H\\ \diagdown H\ (1,4)\end{array}\right\}.$

	Calculé.	Trouvé.
CuO	31,61	31,60

» Le bisulfite de cuprosum et de m.-xylidine $(SO^3)^2Cu^2H^2, 2\left\{Az\begin{array}{l}\diagup C^6H^3\begin{array}{l}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{array}\\ -H\\ \diagdown H\ (1,3,4)\end{array}\right\}.$

	Calculé.	Trouvé.
CuO	29,94	29,80

» *Combinaisons mercuriques.* — Elles s'obtiennent comme les composés correspondants de l'aniline, en ajoutant à 200^{cc} d'une solution saturée à froid de bichlorure de mercure 50^{cc} de bisulfite de soude (de $D = 1,38$) et immédiatement après $1^{lit},50$ à 2^{lit} d'eau, dans laquelle on a dissous par agitation 10^{gr} de base aromatique.

» Avec la paratoluidine qui est solide, il faut, pour effectuer la dissolution, chauffer légèrement le mélange d'eau et d'amine pour amener la fusion de cette dernière, bien agiter jusqu'à obtention d'un mélange homogène et laisser refroidir avant d'ajouter la liqueur au bichlorure de mercure et au bisulfite.

» Au bout de peu de temps après le mélange, il se précipite abondamment des lamelles hexagonales renfermant les éléments d'une molécule de bisulfite de mercure, une molécule d'amine aromatique et une molécule d'eau :

» Bisulfite de mercure et d'o.-toluidine $(SO^3)^2HgH^2, Az\begin{array}{l}\diagup C^6H^4, CH^3\\ -H\\ \diagdown H\ (1,2)\end{array} + H^2O.$

	Calculé.	Trouvé.
Hg	41,07	40,88
SO^2	26,28	26,04
H	2,67	2,82

» Bisulfite de mercure et de p.-toluidine $(SO^3)^2HgH^2$, $Az \begin{cases} C^6H^4, CH^3 \\ H \\ H\ (1,4) \end{cases} + H^2O$.

	Calculé.	Trouvé.
Hg	41,07	41,00
SO^2	26,28	25,90
H	2,67	2,77

» Bisulfite de mercure et de m.-xylidine $(SO^3)^2HgH^2$, $Az \begin{cases} C^6H^3 \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ H \\ H\ (1,3,4) \end{cases} + H^2O$.

	Calculé.	Trouvé.
Hg	39,92	39,60
SO^2	25,55	25,60
H	2,99	3,10

» Je communiquerai prochainement les composés zinciques et les recherches que j'ai faites à propos de la constitution de ces divers sulfites. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage de l'acétone dans des alcools dénaturés.* Note de M. Léo Vignon.

« J'ai étudié et décrit dans quelles conditions la réaction de Lieben pouvait être mise en œuvre pour le dosage de l'acétone dans les méthylènes de dénaturation (*Comptes rendus*, t. CX, p. 534; 1890).

» La méthode que j'ai formulée à cette occasion n'est pas applicable, *a priori*, en présence de l'alcool éthylique. Toutefois, une nouvelle étude m'a montré, qu'en prenant certaines précautions, l'acétone pouvait être dosée dans les alcools dénaturés, par transformation en iodoforme. Voici les expériences qui ont servi de base à la méthode nouvelle :

» I. Si l'on fait agir l'iode et la soude sur l'acétone en présence de l'eau, deux réactions distinctes (*a*) et (*b*) se manifestent

$$(a)\quad (CH^3)^2CO + 6I + 4NaOH = CH^3\text{-}COONa + CHI^3 + 3NaI + 3H^2O,$$
$$(b)\quad 6I + 6NaOH = 5NaI + NaIO^3 + 3H^2O.$$

Suivant les milieux, l'une de ces réactions prédomine plus ou moins. Dans le cas le plus favorable, en supposant que la réaction (*b*) soit sensiblement

nulle, on trouve que, pour transformer en iodoforme 1 molécule d'acétone (58), il faut 6 atomes d'iode ($6 \times 127 = 762$), soit

Acétone	1gr
Iode	13gr

Mais cette condition ne se rencontre pas dans la pratique. Les réactions (*a*) et (*b*) coexistent toujours, et parfois la réaction (*b*) prédomine à tel point que, pour transformer tout l'acétone en iodoforme, il faut employer jusqu'à 145 atomes d'iode, ou 24 fois la quantité théorique.

» II. En présence de l'alcool méthylique en excès, avec des mélanges renfermant de 20 à 25 pour 100 d'acétone, pour transformer 1 molécule d'acétone en iodoforme, il est nécessaire de mettre en œuvre 13a, 7 d'iode, soit

Acétone	1gr
Iode	30gr

» III. L'alcool éthylique exerce sur le sens de la réaction une influence remarquable :

» *Seul, il ne donne pas d'iodoforme; mélange à l'acétone, il s'oppose à la formation de l'iodoforme et tend à faire prédominer la réaction* (*b*).

» En effet, 5cc d'une liqueur formée d'acétone et d'eau distillée, traitée par l'iode et la soude, ont donné une quantité d'iodoforme correspondant à

Acétone pour 100cc 55gr, 34

En additionnant préalablement l'acétone de son volume d'alcool absolu, toutes choses étant égales, on trouve

Acétone pour 100cc 28gr, 54

» IV. L'aldéhyde favorise la formation de l'iodoforme. L'acétone employée dans les essais précédents, additionnée de son volume d'aldéhyde, puis traitée par l'iode et la soude, accuse une teneur de

Acétone pour 100cc 95gr, 93

» V. Un mélange M, formé en majeure partie d'alcool éthylique, exempt d'aldéhyde, renfermant 5 pour 100 en volume d'acétone pure, a servi à préparer avec l'eau distillée trois liqueurs A, B, C, renfermant 5cc, 10cc, 25cc de mélange M dans 250cc. Après avoir traité 5cc de chaque li-

queur par 10^{cc} NaOH binormale, 5^{cc} iode binormal, l'iodoforme étant pesé, on a obtenu les résultats suivants :

	Quantités de M employées.	Acétone trouvée.	Théorie pour 100.
	cc	cc	cc
A....................	0,1	3,92	4,07
B....................	0,2	3,62	4,07
C....................	0,5	3,02	4,07

» Pour transformer complètement (liqueur A) $\frac{0^{cc},1 \times 0,8}{20} = 0,004$ d'acétone en iodoforme, on a dû employer 5^{cc} d'iode binormal ou $1^{cc},27$ iode libre, soit pour

Acétone (1 molécule)..................	1^{gr}
Iode (145 atomes).....................	317^{gr}

» Il est donc indispensable d'employer l'iode en très grand excès pour doser l'acétone, par transformation en iodoforme, dans les alcools dénaturés.

» L'alcool à examiner, étant préalablement privé d'aldéhyde si c'est nécessaire, suivant les indications de M. Bardy, on prendra, par exemple, 5^{cc} de cet alcool et l'on étendra à 250^{cc} avec de l'eau distillée. Puis on fera agir sur 5^{cc} de ce mélange (correspondant à $0^{cc},1$ d'alcool) 10^{cc} de soude binormale, puis 5^{cc} d'iode binormal. On effectuera un second essai avec 20^{cc} de soude et 10^{cc} d'iode. Ce n'est que lorsque deux essais consécutifs, avec les quantités d'iode double l'une de l'autre, auront donné le même résultat qn'on pourra considérer le dosage comme définitif.

» Tous les détails de l'opération sont indiqués dans ma Communication précédemment citée. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'épuration des eaux industrielles et des eaux d'égout.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine.**

« Le sulfate ferrique n'a guère été utilisé, jusqu'à présent, pour l'épuration des eaux, faute d'un moyen économique pour le fabriquer.

» Nous sommes parvenus à le préparer au moyen de la pyrite grillée, résidu des usines de produits chimiques, qu'on peut se procurer abondamment à très bas prix.

» Si l'on arrose de la pyrite grillée avec de l'acide sulfurique à 66° B.,

de façon à faire une bouillie épaisse, et si l'on maintient la masse, en remuant, à 100-150°, pendant quelques heures, la pyrite se couvre d'une couche blanchâtre de sulfate ferrique. Quand la masse est redevenue sèche et pulvérulente, l'acide est à peu près complètement saturé. Il suffit alors de la traiter par de l'eau, en quantité convenable, pour avoir une solution de sulfate ferrique au degré voulu.

» En opérant méthodiquement, on arrive à dissoudre la totalité de la pyrite grillée, sous forme de sulfate ferrique.

» La solution de sulfate ferrique ainsi obtenue constitue un excellent réactif pour l'épuration des eaux industrielles et des eaux d'égout; son prix de revient rend possible son emploi pour l'épuration de grands volumes d'eau.

» Nous avons essayé son action comparativement à celle des différents réactifs proposés pour l'épuration chimique de ces eaux. Nous avons surtout opéré sur des eaux très impures, les eaux de la Deule, rivière qui raçoit le produit des égouts de Lille, les eaux d'amidonnerie, les eaux de lavage des laines et les eaux de l'Espierre, petit ruisseau dans lequel arrivent les eaux résiduaires du centre industriel, formé par les villes de Roubaix et Tourcoing, où se trouvent des teintureries, de nombreux lavages de laines, etc. Cette dernière eau, qui renferme les matières grasses et autres enlevées à la laine en suint, est une des plus difficiles à épurer.

» Pour les eaux de l'Espierre, en particulier, nous avons constaté, par l'emploi du sulfate ferrique, les avantages suivants :

» Le sulfate ferrique, qui est soluble, produit une épuration plus complète que l'addition de lait de chaux, procédé suivi actuellement pour l'épuration de ces eaux, et le prix du réactif nécessaire pour amener la précipitation complète de l'eau ne dépasse pas celui de la chaux employée. En outre, l'eau épurée par le sulfate ferrique est parfaitement claire, décolorée, dépourvue d'odeur, neutre ou très légèrement acide, tandis que, par l'emploi de la chaux, l'eau est alcaline, reste colorée, conserve une odeur désagréable, et, comme elle retient une forte quantité de matières organiques en dissolution, elle devient rapidement le siège d'une fermentation putride.

» Le précipité produit par le sulfate ferrique se dépose très rapidement et ne présente pas à un haut degré l'inconvénient du dépôt calcaire, qui entre rapidement en putréfaction dès que la température s'élève. De plus, par un lavage au sulfure de carbone, après dessiccation, on peut enlever la graisse qu'il renferme ; la matière grasse, en effet, à cause de la petite

quantité d'acide libre que contient le réactif, existe, dans ces dépôts, à l'état de liberté. »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'histoire de la fécondation.* Note de M. **Hermann Fol**, présentée par M. Ranvier.

« En 1873, décrivant pour la première fois les figures étoilées qui se montrent aux extrémités d'un noyau de cellule en voie de division, je leur attribuai le rôle de *centres d'attraction indépendants du noyau.* C'était, du premier coup, l'ébauche de la théorie *centrocinétique.*

» En 1877 et en 1879, j'apportai de nouveaux faits à l'appui de cette théorie, mais sans réussir à la faire prévaloir. Ant. Schneider (1873), Bütschli (1874), O. Hertwig (1875) et beaucoup d'autres soutenaient, au contraire, que le noyau s'allonge et se partage de son propre mouvement. Cette théorie *caryocinétique* avait fait oublier la théorie centrocinétique à laquelle on revient maintenant de toutes parts. Il ne me paraît pas inutile de rappeler quel en fut l'auteur.

» La vogue nouvelle de la théorie centrocinétique date de la découverte faite par E. van Beneden et par Boveri de la persistance des centres cinétiques et de leur partage comme point de départ de la division cellulaire.

» Nous ne savons pas quelle est l'origine première de ces centres. J'ai bien montré, en 1879, que le pronucléus ovaire, après la sortie des cellules polaires, s'enfonce dans le vitellus précédé d'un centre (*Recherches sur la fécondation, Pl. VIII, fig.* 10 et 16, *a*) que j'appellerai l'*ovocentre*, et que le pronucléus spermatique est précédé aussi d'un centre (*Pl. X, fig.* 6) qui sera notre *spermocentre.* Mais les recherches récentes n'ont fait que confirmer ces résultats, sans les étendre.

» Pour élucider cette question, je me suis adressé surtout à l'œuf d'oursin, mais en faisant usage d'une méthode qui ne lui a pas encore été appliquée, celle des coupes minces.

» Le zoosperme, cinq minutes après la fécondation, est encore conique (*fig.* 1); de sa pointe se détache un petit corpuscule, le spermocentre (*fig.* 2).

Fig. 1.

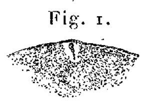


Fig. 2.

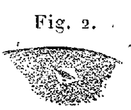
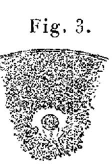


Fig. 3.

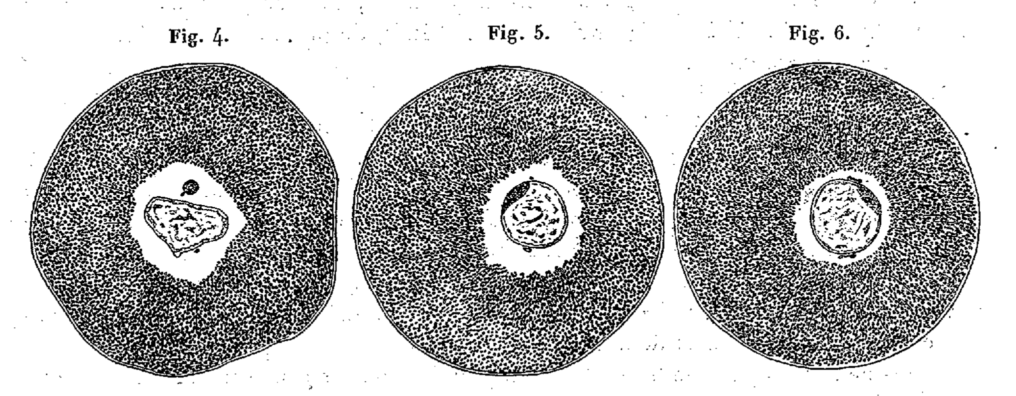


» Le pronucléus spermatique se gonfle ensuite et atteint le voisinage du pronucléus ovaire, toujours avec son spermocentre en avant (*fig.* 3).

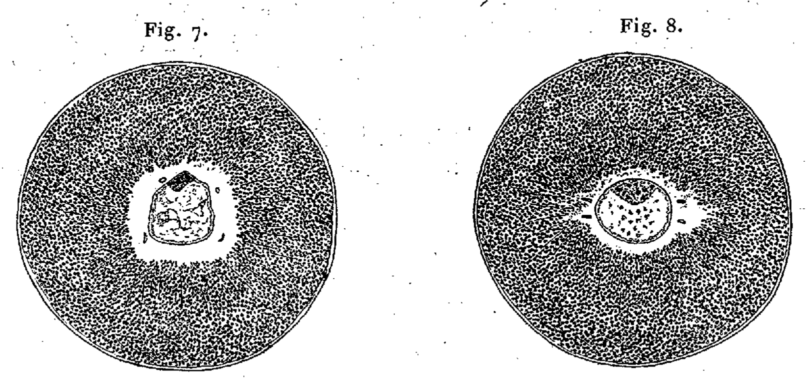
» Le pronucléus ovaire est muni de son ovocentre qui est situé (le fait est visible chez l'Astérie) au côté opposé à celui qui a donné naissance aux

globules polaires. Le spermocentre se place à côté de lui, c'est-à-dire au côté polaire du pronucléus ovaire (*fig.* 4); le pronucléus spermatique s'applique contre une face latérale de ce dernier (*fig.* 5).

» Il survient maintenant deux phases prolongées : la phase solaire et celle de l'auréole, que je nomme ainsi d'après la forme de la tache claire qui entoure les pronucléus réunis. Ces phases, que j'ai décrites en 1879, ont été négligées ou mal comprises, non seulement par mes prédécesseurs, mais aussi par les auteurs postérieurs à mon Mémoire.


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

» Au début de la phase solaire, le spermocentre et l'ovocentre sont subdivisés en forme d'haltères qui ne sont pas placées dans un même plan. A la fin de cette phase, les haltères sont parallèles et situées dans un plan qui sera celui de l'auréole (*fig.* 6).


Fig. 7. Fig. 8.

» Pendant la phase de l'auréole, le spermocentre et l'ovocentre achèvent de se diviser et les moitiés, parcourant en sens inverses (*fig.* 7) le quart de la circonférence du noyau combiné, vont se rencontrer à angle droit de leur position première (*fig.* 8). C'est la marche du quadrille.

» Au moment où les demi-spermocentres sont sur le point de toucher les demi-ovocentres, l'auréole disparaît rapidement, et l'on voit apparaître des asters véritables, composés de fibrilles parfaitement nettes et isolables (*fig*. 9), différentes des simples radiations plasmiques visibles jusqu'alors.

Fig. 9.

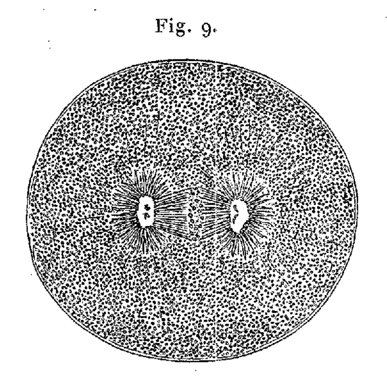
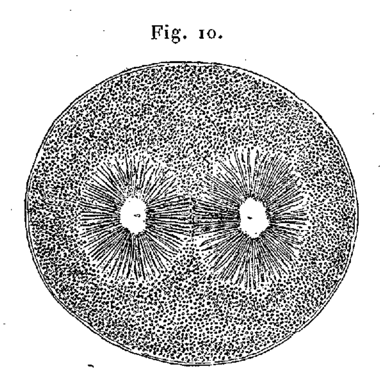


Fig. 10.



Les demi-centres s'unissent et se confondent pour devenir les premiers *astrocentres*, tandis que le premier amphiaster achève de se constituer (*fig*. 10).

» Je conclus de là que :

» *La fécondation consiste, non seulement dans l'addition de deux demi-noyaux provenant d'individus de sexes différents, mais encore dans la réunion de deux demi-spermocentres avec deux moitiés d'ovocentres pour constituer les deux premiers astrocentres.*

» *Tous les astrocentres du descendant, étant dérivés par divisions successives des astrocentres primitifs, se trouvent provenir, par parties égales, du père et de la mère.* »

ZOOLOGIE. — *Sur les organes gustatifs de la Baudroie* [L. piscatorius (¹)]. Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Quand on examine les replis cutanés qui accompagnent les diverses rangées de dents de la Baudroie on remarque qu'ils portent de place en place de petites taches d'un blanc brillant souvent situées au sommet d'un mamelon peu élevé. Ces taches, qui atteignent $0^{mm},5$ et plus de diamètre, ont généralement le centre d'un gris uniforme et sont des groupes de ter-

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire Arago [Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales)].

minaisons nerveuses que tout porte à considérer comme des organes du goût. Le but de cette Note est d'examiner successivement la distribution topographique, l'innervation et l'histologie de ces amas de corpuscules gustatifs.

» 1° Parmi tous les organes dont il est question ici, ceux qui sont le plus développés et qui attirent immédiatement l'attention sont ceux qui accompagnent les dents pharyngiennes.

» Les os pharyngiens inférieurs portent chacun une rangée de dents affectant la forme d'une demi-ellipse à convexité antérieure. Un bourrelet cutané assez saillant borde en dehors cette rangée de dents et se relève de place en place pour former de petits mamelons terminés chacun par une papille gustative. Ces papilles reçoivent des nerfs issus de la branche du pneumogastrique destinée au quatrième arc branchial.

» Les pharyngiens supérieurs, qui appartiennent respectivement aux deuxième, troisième et quatrième arcs branchiaux, portent chacun un groupe de dents à pointe recourbée en arrière. En avant de chacun de ces groupes de dents se trouve un bourrelet cutané recouvert de papilles gustatives disposées sur plusieurs rangs et innervées respectivement pour chaque bourrelet par des rameaux des branches du pneumogastrique destinées aux deuxième, troisième et quatrième arcs branchiaux.

» 2° Chaque os intermaxillaire est muni de deux rangées de dents : l'une s'étend sur toute la longueur de son bord supérieur, l'autre n'occupe que la moitié interne de son bord inférieur. Une série d'organes gustatifs, disposée sur un bourrelet cutané peu saillant, court au-dessus de la rangée de dents supérieure ; une deuxième série est située au-dessous et enfin une troisième, de moitié plus courte que les deux précédentes, se trouve au-dessous de la rangée inférieure ; de plus, au niveau de la symphyse des deux intermaxillaires, on observe un mamelon porteur d'un petit groupe de papilles. Tous ces organites satellites des dents des intermaxillaires sont animés par des nerfs issus des branches maxillaire supérieure et palatine du trijumeau.

» 3° Le palatin est garni sur son bord antérieur d'une rangée de fortes dents qui est longée en arrière par une série de papilles gustatives absolument semblables à celles dont nous avons déjà constaté la présence ailleurs. Ces papilles reçoivent des filets nerveux provenant de la branche palatine du trijumeau.

» 4° Le vomer porte toujours quelques dents, formant de chaque côté un petit groupe entouré d'un léger bourrelet muni de plusieurs papilles

gustatives innervées, comme celles des dents palatines, par des ramuscules issus de la branche postérieure du trijumeau.

» 5° La longue rangée de dents implantées dans les deux os dentaires est bordée en dehors par un bourrelet saillant qui, de chaque côté, contourne en arrière la dent la plus postérieure et se continue avec un large repli labial horizontal situé dans la concavité de la mâchoire inférieure, en arrière de la rangée de dents de cette dernière. Cette sorte de voile, très large au niveau de la symphyse, diminue progressivement jusqu'au point où il contourne la dernière dent pour se continuer avec le bourrelet cutané externe, dont il a été question plus haut. Une série d'organes gustatifs se trouve située sur le bourrelet cutané externe et dans cette série les papilles sont d'autant plus rapprochées qu'elles sont plus postérieures. D'autres papilles très aplaties se trouvent dispersées sans ordre à la face supérieure du voile labial interne.

» Je n'ai pas disséqué les fins ramuscules nerveux qui se rendent aux organites satellites des dents de la mâchoire inférieure, car, dans un travail qui paraîtra prochainement dans les *Archives de Zoologie expérimentale* de M. de Lacaze-Duthiers, je montrerai que la mâchoire inférieure de la Baudroie est exclusivement innervée par un plexus que forment le nerf maxillaire inférieur du trijumeau et le nerf mandibulaire du facial.

» Il n'est donc pas douteux que les papilles gustatives de la mâchoire inférieure ne reçoivent leurs nerfs de ce plexus.

» 6° Enfin, dans certains individus, on observe des papilles gustatives sur la face supérieure des arcs branchiaux et sur la partie de la muqueuse buccale située en avant des pharyngiens inférieurs et des fentes branchiales.

» Les coupes faites dans les bourrelets cutanés pourvus de papilles gustatives montrent que les terminaisons nerveuses qu'elles renferment sont des organes cyathiformes (*Cecherförmige Organe,* Leydig, Schulze; *Corps ovoïdes,* Jobert, Jourdan; *Endknospen,* Merkel), qui tantôt sont dispersés sur toute l'étendue de la face supérieure de ces papilles, tantôt y forment seulement une couronne. Dans ce dernier cas, la partie centrale de la couronne est occupée par de l'épiderme normal. Quel que soit le mode de répartition des organes cyathiformes au sommet des papilles, ils sont dans la grande majorité des cas séparés par des cellules muqueuses volumineuses absolument semblables à celles qui constituent l'assise supérieure de l'épiderme.

» En résumé, la Baudroie possède un très grand nombre d'organes

cyathiformes buccaux réunis par petits groupes, eux-mêmes disposés en séries dans le voisinage immédiat de ses nombreuses rangées de dents. Ces organes, qu'il y a tout lieu de considérer comme des organes gustatifs, sont innervés par le pneumogastrique, le facial et le trijumeau. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *L'innervation de la trompe des Glycères.* Note de M. Ét. Jourdan, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le pharynx des Annélides est généralement considéré, à cause de sa structure musculaire et des pièces chitineuses dont il est armé, comme un organe de préhension des aliments et de défense. Je ne connais aucune description qui permette de considérer cette partie antérieure du tube digestif de ces animaux comme susceptible de se transformer en un organe de sensibilité tactile. L'étude du pharynx protactile des Annélides du genre *Glycera* ou *Rhynchobolus* m'a révélé plusieurs faits nouveaux, capables de modifier les idées des zoologistes à cet égard et que je crois devoir faire connaître.

» La trompe des Glycères est remarquable par son volume, par la rapidité avec laquelle elle peut être projetée. Lorsqu'on étudie sa structure, on voit qu'elle est surtout constituée par des couches musculaires dont je néglige ici la disposition. Cette gaine musculaire est recouverte par une formation épithéliale dont j'ai fait connaître, dans une Note précédente, les éléments constitutifs essentiels.

» Au-dessus de la gaine musculaire, on remarque des filets nerveux au nombre de dix-huit, ainsi qu'il est possible de le constater sur les coupes transversales. Ces petits nerfs vont aboutir à un collier disposé autour de l'ouverture de la trompe, qui renferme de nombreuses cellules nerveuses et constitue là une sorte d'*anneau nerveux proboscidien*.

» Les fibres formant les nerfs qui montent dans l'épaisseur de la trompe se séparent à des hauteurs différentes, pénètrent dans la couche épithéliale et vont se distribuer dans les papilles fort curieuses que l'on remarque à la surface de cet organe. A l'extrémité de la trompe, les éléments nerveux entrent en relation avec un bourrelet épithélial disposé en couronne en arrière des crochets.

» Les papilles de la trompe des Glycères sont de deux types : les unes sont cylindroconiques, les autres, irrégulièrement sphériques, sont analogues à nos papilles fungiformes. Elles ne possèdent pas des structures

différentes. La cuticule qui les recouvre est très mince et percée d'un trou en un point qui correspond au sommet de ces petits organes. Le corps de chacune de ces papilles est constitué par un protoplasma pigmenté qu'il est impossible d'isoler en plusieurs corps cellulaires. Ce protoplasma contient le plus souvent un noyau sphérique, quelquefois cependant on en remarque deux. Ce noyau et ce protoplasma correspondent à la cellule qui a édifié la papille. Mais celle-ci contient dans son sein d'autres éléments cellulaires qui paraissent avoir une tout autre fonction. Les colorants nucléaires purs nous révèlent, en effet, l'existence, au milieu de la papille, de trois ou quatre noyaux qui diffèrent complètement des précédents par leur forme ovoïde et par la coloration intense qu'ils peuvent prendre. En combinant ces colorants nucléaires à l'action de l'acide osmique et d'un agent capable de colorer le protoplasma, tel que l'éosine, on voit que ces noyaux appartiennent à des cellules fusiformes groupées en faisceau et traversant la papille suivant sa longueur. Ces cellules, par leur extrémité périphérique, se mettent en relation avec le pore dont la papille est percée à son sommet; elles ont des prolongements basilaires filiformes qui vont se perdre dans la couche fibrillaire sous-jacente, et il n'est pas douteux qu'elles ne soient ainsi en rapport de continuité avec les fibres nerveuses.

» Le bourrelet annulaire, situé en arrière des crochets et que j'ai signalé comme étant le point de terminaison d'une partie des fibres nerveuses de la trompe, représente une région dans laquelle les éléments sensitifs des papilles se sont groupés en un organe plus volumineux et ayant une autre apparence morphologique. Ce bourrelet est donc entièrement formé de cellules fusiformes sensitives, mélangées à quelques éléments cylindriques, et il est situé lui-même dans une zone où les cellules épidermiques sont devenues vibratiles.

» Il nous a semblé qu'une pareille structure était assez intéressante pour être signalée, et que l'existence d'éléments nerveux et de cellules sensitives, dans un pharynx déjà bien transformé dans son aspect morphologique, devait donner, à cette partie du tube digestif, une sensibilité tactile des plus délicates, ainsi que le démontre, d'ailleurs, l'observation de ces animaux. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur une mélanine artificielle.* Note de M. **Georges Pouchet.**

« J'appelle ainsi un corps ayant les propriétés générales des mélanines, qu'on peut rencontrer dans d'anciennes préparations anatomiques conservées dans l'alcool (fœtus d'éléphant), et auquel on donne naissance en traitant le sang frais par l'alcool et le bichlorure de mercure (chien nouveau-né, cheval).

» L'apparition de cette mélanine dépend de circonstances que je n'ai pu encore rigoureusement définir. Dans les cas les plus favorables et alors qu'il n'existait rien de semblable, soit dans le sang normal, soit dans le sang simplement traité par l'alcool, j'ai obtenu, par l'alcool et le bichlorure de mercure, cette mélanine en abondance, sous forme de grains absolument noirs, mesurant environ de 10μ à 40μ et même 50μ, à contours nets, mêlés aux hématies, tantôt isolés, tantôt rapprochés et groupés en amas irréguliers.

» Ces grains de pigment sont insolubles dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone et dans l'acide chlorhydrique, tandis que toutes les autres matières du sang sont dissoutes par ce dernier réactif. Ceci permet d'isoler les grains par des lavages et des décantations successives dans l'acide de plus en plus étendu et de les obtenir finalement sous forme d'une poussière noire dans l'eau.

» Les grains sont immédiatement dissous par une solution de potasse à 2 pour 100. La solution, traitée de nouveau par l'acide chlorhydrique, fournit un dépôt floconneux de matière brunâtre.

» L'acide azotique gonfle et désagrège les grains en les réduisant en particules vaguement anguleuses qui laissent transparaître une nuance brun roux.

» Ils sont immédiatement solubles dans l'acide sulfurique où ils forment d'abord un nuage lie de vin sale. Si l'acide est très-légèrement étendu, ils se gonflent et laissent transparaître une nuance ponceau foncé.

» Ils se décolorent rapidement, de la périphérie au centre, dans l'eau oxygénée et la solution de chlore. Décolorés, ils paraissent formés de plusieurs masses séparées par des plans rayonnants; sur les plus gros grains le centre semble granuleux, moins homogène que la périphérie.

» En contact avec l'acide chlorhydrique et le ferrocyanure de potassium, ces grains ne présentent point la coloration bleue.

» *Historique.* — J'ai annoncé, en 1880 (*Soc. de Biol.*), la possibilité de produire, en partant du sang normal, une substance ayant toutes les apparences des pigments de la choroïde, des tumeurs mélaniques, etc. Une nouvelle observation me permettait, en 1887 (*ibid.*), de renouveler mon affirmation. Je n'ai rien trouvé, dans les recherches récentes de J.-S. Abel, M.-B. Schmidt, E. Hirschfeld sur les mélanines, qui se rapportât aux faits que je signale. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches nouvelles d'olfactométrie.* Note de M. **Charles Henry**.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 9 février), j'ai considéré le minimum perceptible de l'odeur comme le poids de vapeur odorante qui a passé successivement du réservoir dans le tube de l'olfactomètre divisé par le volume total parfumé. Les nombres ainsi calculés étaient évidemment trop grands, car la vapeur odorante n'est jamais entièrement absorbée par les narines. Comment déterminer le poids de vapeur restant dans l'instrument? C'est le problème qu'il importait de résoudre pour resserrer entre des limites plus étroites et plus approchées de la vérité l'évaluation, nécessairement toujours trop forte avec les moyens expérimentaux actuellement possibles, des minima perceptibles.

» Considérons, dans un tube V_0 de la forme et de la capacité du tube de l'olfactomètre, un mélange d'air et d'un gaz, comme l'acide carbonique, qu'il est facile de doser, et dont la densité, comme celle de la majeure partie des vapeurs odorantes, est supérieure à celle de l'air; soit v_0 le volume d'air et d'acide carbonique absorbé à chaque inspiration; il s'agit de déterminer le rapport $\frac{v_0}{V_0}$, évidemment indépendant de la nature du gaz. Soient V_α le volume de l'air introduit dans le tube, V_γ le volume de CO^2 ajouté; V'_α le volume de l'air, V'_γ le volume de CO^2, qui restent dans le tube après les inspirations; on a

$$V_0 = V_\alpha + V_\gamma = V'_\alpha + V'_\gamma.$$

Si v_γ désigne le volume de CO^2 enlevé à chaque inspiration, n le nombre des inspirations, on peut poser avec une approximation permise, car l'expérience a démontré que V_γ change très peu à chaque inspiration,

$$nv_\gamma = V_\gamma - V_{\gamma'};$$

pour la même raison on peut adopter, pour le rapport $\frac{v}{v_\gamma}$, la moyenne $\frac{2V_0}{V_\gamma + V_{\gamma'}}$; d'où

$$\frac{v_0}{V_0} = \frac{2(V_\gamma - V'_\gamma)}{n(V_\gamma + V'_\gamma)}.$$

Pour $V_0 = 51^{cc}$, $V_\gamma = 19^{cc}$, $n = 9$, l'expérience a donné $V''_\gamma = 16^{cc}$ (moyenne); si l'on admet que le volume v absorbé à chaque inspiration est dans les limites très étroites de l'accroissement de volume du tube de l'olfactomètre proportionnel à l'espace parfumé V, on obtient ainsi $\frac{v}{V} = \frac{v_0}{V_0} = 0{,}0173$.

» Connaissant, par le pneumographe, l'intensité de l'inspiration du sujet dans l'expérience précédente, il est facile de calculer v pour tout autre sujet dont on connaîtrait par le même instrument l'intensité d'inspiration. Soient

v' la valeur de v pour ce second sujet;
R' son rayon thoracique;
α' l'arc décrit dans ce cas par le stylet inscripteur;
R le rayon thoracique du premier sujet;
α l'arc décrit pour ce sujet par le stylet inscripteur. Un calcul simple montre qu'on a

$$v' = \frac{R'\alpha' v}{R\alpha}.$$

» Le même calcul s'applique évidemment aux inspirations différentes déterminées chez un même sujet par l'olfaction des différentes odeurs (comme on pouvait s'y attendre, les odeurs les plus agréables augmentent l'amplitude des inspirations).

» Soient

P_0 le poids de vapeur odorante qui a passé du réservoir dans le tube de l'olfactomètre;
p le poids de vapeur absorbé à chaque inspiration;
P le poids de parfum restant dans l'appareil;

on a, en appelant

R le rayon du tube de papier;
Q' le poids de vapeur qui passe par unité de surface dans l'unité de temps du réservoir dans le tube;

z la hauteur découverte;
a la vitesse constante de soulèvement;
t le temps,

$$dP = \frac{2\pi RQ' z\,dz}{a} - dp;$$

mais, si r désigne le rapport 0,0173 ci-dessus défini, on a

$$p = P_0 r.$$

En appelant τ la durée totale d'une inspiration et d'une expiration consécutives, on peut poser

$$\frac{dp}{p} = \frac{dt}{\tau};$$

d'où

$$dp = \frac{P_0 r\,dz}{a\tau},$$

et par conséquent

$$dP = \frac{2\pi RQ' z\,dz}{a} - \frac{P_0 r\,dz}{a\tau}.$$

» Cette équation, qu'on sait intégrer rigoureusement, peut s'intégrer avec une approximation suffisante en intégrant le premier terme :

$$(1) \qquad P_0 = \frac{\pi RQ' z^2}{a} = \pi RQ' z t,$$

en substituant cette valeur dans le second :

$$dP = \frac{2\pi RQ' z\,dz}{a} - \frac{\pi RQ' r z^2\,dz}{a^2\tau},$$

en intégrant successivement les deux termes :

$$(2) \qquad P = \frac{\pi RQ' z^2}{a} - \frac{\pi RQ' r z^3}{3a^2\tau};$$

d'où, comme $t = n\tau$,

$$(3) \qquad p = \frac{P_0 n r}{3}.$$

» Les équations (1), (2) et (3) résolvent le problème.

» C'est par cette dernière formule que j'ai calculé sur moi-même les minima perceptibles suivants en millièmes de milligrammes : Ylang-Ylang, 0,331; Wintergreen, 12,22; Menthe, 37,9; Lavande, 1343,1. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation chez les Lichens* (¹). Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Duchartre.

« L'union de l'Algue et du Champignon qui, comme on sait, constitue le Lichen, est généralement considérée comme une sorte d'association à bénéfice réciproque, où l'Algue fournit les principes hydrocarbonés que tout organe vert est apte à produire, par la décomposition de l'acide carbonique de l'air sous l'influence de la lumière.

» Il importe toutefois de remarquer que, chez la plupart des Lichens, la masse du Champignon prédomine de beaucoup sur l'ensemble des Algues et on est alors amené à se demander si la respiration du Champignon ne l'emporte pas toujours, même à la lumière, sur l'assimilation de l'Algue. Dans le cas où cette prédominance aurait constamment lieu, le Lichen devrait donc emprunter à une source autre que l'air le carbone qui lui est nécessaire. Une Note de MM. Bonnier et Mangin (²) avait déjà, pour certains cas, résolu la question en ce sens.

» Cependant, au cours d'un précédent travail (³), nous avons eu, incidemment, l'occasion de constater que cette prédominance de la respiration sur l'assimilation n'est pas générale, et que la prédominance contraire peut également être observée. Mais il eût été imprudent d'étendre aussitôt à l'ensemble des Lichens les conclusions fournies pour quelques-uns.

» On sait, en effet, combien varie, avec les espèces, la couleur du thalle et combien l'assimilation elle-même varie avec la coloration. La question nous a semblé mériter une étude plus complète; nous résumons ici les résultats obtenus avec le plus grand nombre d'espèces possibles, présentant les couleurs et les formes les plus variées.

» Les expériences qui vont suivre ont été faites à plusieurs reprises, de novembre à avril. L'air des éprouvettes dans lesquelles ont été placés les Lichens a été analysé avant et après l'exposition à la lumière. Afin de décrire plus rapidement ces expériences, nous ne donnerons que la propor-

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(²) Bonnier et Mangin, *Sur les échanges gazeux entre les Lichens et l'atmosphère* (*Bulletin de la Société botanique*, mars 1884).

(³) Henri Jumelle, *La vie des Lichens pendant l'hiver* (*Mémoires de la Société de Biologie*, décembre 1890).

tion, pour 100, de l'acide carbonique disparu et de l'oxygène rejeté. Pour la question qui nous préoccupe ici, il nous suffira, en effet, de constater si, dans des conditions données, il y a eu décomposition d'acide carbonique et rejet d'oxygène, ou, inversement, absorption d'oxygène et exhalation d'acide carbonique.

» Nous distinguerons dans ces expériences trois séries :

» La première comprend les Lichens dont le thalle, bien développé, en touffes ou en plaques, est vert ou verdâtre. La prédominance de l'assimilation chez ces Lichens n'a rien qui doive particulièrement étonner.

» Dans la seconde série, nous ferons rentrer les Lichens dont le thalle est encore bien développé, mais prend des teintes variées où la couleur de la chlorophylle disparaît plus ou moins complètement. Le fait de l'assimilation devient ici bien moins évident.

» Enfin la troisième et dernière série sera composée de Lichens dont la plupart appartiennent au type dit *crustacé*. Le thalle de ces Lichens s'applique étroitement, comme on sait, sur les pierres et sur les écorces, dont il serait souvent impossible de les détacher. Il devient ici bien difficile d'affirmer, en dehors de toute expérience, la prédominance et l'assimilation de tels Lichens formant le plus souvent de simples taches blanches, noirâtres ou jaunâtres.

» Nous avons obtenu les résultats suivants avec ces différents Lichens :

» Les Lichens de la première série, exposés à la lumière diffuse, ont ainsi modifié l'atmosphère :

	Acide carbonique absorbé pour 100.	Oxygène dégagé pour 100.
Peltigera canina	1,73	2,40
Physcia ciliaris	3,45	4,16
Parmelia acetabulum	3,76	4,97
Ramalina fraxinea	3,00	3,88
Ramalina farinacea	3,15	3,65
Cladonia rangiferina	0,42	0,58
Cladonia furcata	1,52	1,86
Evernia Prunastri	4,23	5,00
Usnea barbata	1,00	1,20

» Mêmes résultats ont été obtenus avec le *Cladonia cervicornis*, le *Cladonia endiviæfolia* et le *Physcia stellaris*. Pour tous, nous avons constaté une fixation de carbone.

» Les Lichens de la deuxième série ont été également exposés à la lumière diffuse. Le milieu s'est trouvé ainsi modifié :

	CO^2 absorbé pour 100.	Oxygène dégagé pour 100.
Umbilicaria pustulata (thalle vert jaunâtre)....	2,28	2,60
Parmelia caperata (thalle jaune).............	1,37	1,57
Physcia parietina (thalle jaune)..............	1,27	1,43
Physcia aipolia (thalle vert bleuâtre)..........	2,22	2,58
Parmelia perlata (thalle vert pâle)............	1,50	1,75

» Il en est de même pour le *Parmelia olivacea* et le *Parmelia omphalodes*.

» Pour la dernière série de Lichens, nous avons opéré, non plus comme précédemment à la lumière diffuse, mais à la lumière solaire directe. L'atmosphère a été alors ainsi modifiée :

	CO^2 absorbé pour 100.	O dégagé pour 100.
Lecanora hæmatomma (thalle verdâtre).....	3,11	3,55
Lecanora subfusca (thalle blanchâtre).......	1,70	2,81
Pertusaria communis (thalle blanchâtre)....	0,78	1,31
Pertusaria amara (thalle blanchâtre).......	0,52	1,58
Lecidea superans (thalle noirâtre)...........	1,00	1,44
Opegrapha notha..........................	1,00	1,50
Lecidea atroalba..........................	0,30	0,60

» Nous avons fait remarquer que les expériences sur cette dernière série de Lichens ont été faites à la lumière solaire directe. Répétées à la lumière diffuse, elles ont donné des résultats tout autres. Sauf pour le *Pertusaria communis*, nous avons toujours vu alors la respiration l'emporter sur l'assimilation.

» Un *Lecanora hæmatomma*, par exemple, a, dans ces conditions, modifié ainsi l'atmosphère :

CO^2 dégagé....... 1,27 Oxygène absorbé....... 1,81

» Il en est de même pour les *Lecidea*, *Pertusaria* et *Opegrapha* cités plus haut. Tous sont aptes à fixer du carbone, mais exigent une lumière intense.

» Les expériences précédentes nous permettent d'énoncer les conclusions suivantes :

» *Lorsque certaines conditions favorables de lumière, d'humidité et de saison sont réalisées, tous les Lichens sont capables de décomposer l'acide carbonique de l'air assez énergiquement pour que cette décomposition l'emporte sur le dégagement d'acide carbonique dû à la respiration. Il y a alors gain de carbone pour le Lichen.*

» Cette intensité assimilatrice du Lichen varie toutefois énormément

avec l'espèce considérée; relativement forte dans les Lichens fruticuleux ou foliacés, comme les *Cladonia*, les *Parmelia*, etc., elle peut devenir dans d'autres cas si faible, que la décomposition de l'acide carbonique n'est plus observable qu'à un fort éclairement. C'est ce qui a lieu pour la plupart de ces Lichens dits *crustacés*, qui, comme les *Lecidea*, forment souvent, sur les arbres ou sur les rochers, de simples taches, aux couleurs variées.

» Les recherches faites sur les Lichens de la dernière série montrent, en outre, qu'*il n'y a pas pour les Lichens d'optimum d'éclairement. Toutes les autres conditions restant les mêmes, la lumière solaire directe est préférable à la lumière diffuse.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la salure sur la quantité de l'amidon contenu dans les organes végétatifs du* Lepidium sativum. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai montré tout dernièrement (¹) que la salure a une influence réelle sur la formation de l'amidon dans les organes végétatifs chlorophylliens; je désire augmenter, à ce sujet, les faits acquis par les cultures expérimentales du *Lepidium sativum*.

» J'ai cherché, dans la tige et la racine de cette plante, et sur des points aussi homologues que possible d'échantillons provenant de cultures différentes, la quantité d'amidon qu'elles contiennent à un moment donné.

» Dans la tige, l'écorce, composée de l'endoderme et de trois ou quatre assises parenchymateuses, renferme des grains de chlorophylle plus ou moins abondants et, suivant les cas, amylifères.

» Dans la racine, j'ai fait des coupes à des hauteurs différentes. Dans chaque cas examiné, la section peut se diviser en deux régions : l'une qui est formée par un cordon axile lignifié, à part quelques rares cellules médullaires; l'autre, par un manchon externe comprenant le cambium, le liber secondaire et les restes de l'écorce secondaire. C'est dans ce manchon, surtout dans sa partie interne, que se trouve l'amidon.

» Comme pour la feuille (¹), cet amidon fait complètement défaut dans la tige et la racine quand la salure est très forte.

» Quand il y a de l'amidon, il devient assez difficile d'en mesurer exac-

---

(¹) Voir Pierre Lesage, *Influence de la salure sur la formation de l'amidon dans les organes végétatifs chlorophylliens* (*Comptes rendus*, séance du 31 mars 1891).

tement la quantité pour arriver à dire sûrement que tel échantillon en renferme plus que tel autre. D'autre part, il ne faut pas perdre de vue que cette quantité varie pour une même plante, pour un même organe, selon l'époque de la récolte et même l'heure de la journée (¹). Cependant, comme les échantillons étudiés ont été recueillis à peu près à la même heure et se sont trouvés soumis aux mêmes conditions de milieu, la salure des arrosages étant seule exceptée, ils sont vraiment comparables. Je puis donc présenter les différences reconnues, plus ou moins approximativement, dans les Tableaux qui suivent et où les termes de comparaison sont figurés: pas d'amidon, par O; traces, T; très peu, TP; peu, P; beaucoup, B.

» Les plantes étudiées ont poussé sur du terreau arrosé avec de l'eau de la Vilaine, ou 1° avec des solutions contenant 1^{gr}, $1^{gr},66$, $2^{gr},5$, 5^{gr}, $12^{gr},5$, 25^{gr} de NaCl par litre, ou 2° avec des dilutions renfermant $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{2}$, 1 d'eau de mer (²). Je donne les résultats pour la feuille, la tige à 1^{cm} au-dessus de cette feuille, et la racine à deux hauteurs différentes.

1° *Quantité d'amidon correspondant aux arrosages avec des solutions de* NaCl.

	Eau de Vilaine.	1^{gr}.	$1^{gr},66$.	$2^{gr},5$.	5^{gr}.	$12^{gr},5$.	25^{gr}.
Feuille...........	B.	B.	P.	B.	B.	O.	O.
Tige............	B.	B.	B.	B.	P.	T.	O.
Racine, en haut..	B.	B.	P.	B.	T. P.	T.	O.
Racine, plus bas..	B.	B.	B.	T. P.	P.	T.	O.

2° *Quantité d'amidon correspondant aux arrosages avec des dilutions d'eau de mer.*

	Eau de Vilaine.	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	Pure.
Feuille..........	B.	B.	P.	B.	B.	O.	O.
Tige............	B.	B.	T. P.	P.	T. P.	O.	»
Racine, en haut..	B.	B.	T. P.	P.	P.	O.	»
Racine, plus bas..	B.	B.	B.	B.	T.	T. P.	»

» Ces Tableaux indiquent nettement qu'*avec des arrosages contenant* 12 *à* 15^{gr} *de sel par litre, l'amidon disparaît complètement.*

(¹) Voir A.-F.-W. SCHIMPER, *Ueber Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern* (*Bot. Ztg.*; 1885).

(²) Voir PIERRE LESAGE, *Revue générale de Botanique*, 1890, et *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles*, IIe Partie, *Étude expérimentale*, p. 81 (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris).

» Je veux insister sur une autre conclusion : *la diminution de l'amidon ne se fait pas proportionnellement à l'augmentation de la salure*. C'est ce qu'on verrait immédiatement si, à ces Tableaux, je substituais des courbes construites en prenant pour abscisses les quantités de sel et, pour ordonnées, les quantités d'amidon.

» Je dois dire que ces courbes seraient très comparables à celles que j'ai représentées ailleurs ([1]); en particulier, elles seraient sensiblement parallèles à la courbe des surfaces des feuilles dans les mêmes échantillons de cette plante.

» En étudiant ces mêmes courbes, on s'assurerait que la quantité d'amidon, ayant une certaine valeur dans les arrosages à l'eau de Vilaine, passe, le plus souvent, par un minimum au voisinage de $1^{gr},66$ et de $\frac{1}{15}$ dans les deux groupes de séries, puis se relève pour atteindre un maximum aux environs de $2^{gr},5$ à 5^{gr} et de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{5}$ et, enfin, dans les cas considérés, s'incline définitivement pour atteindre le zéro vers $12^{gr},5$ et $\frac{1}{2}$. Cette inflexion vers 1,66 et $\frac{1}{15}$ est intéressante à considérer; elle impose la comparaison du maximum suivant à la quantité d'amidon de l'arrosage avec l'eau de Vilaine. En effet, dans les huit séries, il en est au moins trois où, avant et après le minimum, l'amidon est représenté de la même manière, B, ce qui amène à se demander si, en ayant à ma disposition des moyens de mesurer plus précis, je ne pourrais pas reconnaître au maximum intermédiaire une valeur égale ou plus grande que celle d'un premier maximum qui se trouve quelque part entre l'arrosage à l'eau pure et l'arrosage à $1^{gr},66$ ou $\frac{1}{15}$. La solution de cette question pourrait être immédiatement utilisable dans la pratique; c'est ce qui donne de l'intérêt au problème et m'engage à faire ressortir ce point particulier, de même qu'à présenter les Tableaux précédents qui, quoique approximatifs, n'en fournissent pas moins des repères que l'expérimentateur est toujours heureux de posséder.

» D'autres considérations plus générales pourraient encore se tirer de ces mêmes Tableaux, par exemple pour ce qui concerne les rapports de la racine à la tige et à la feuille; mais l'occasion d'y revenir ne peut manquer. »

([1]) Voir Pierre Lesage, Thèse, p. 95.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le Seigle enivrant.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Dans quelques communes situées dans le département de la Dordogne, près des limites de la Haute-Vienne, particulièrement sur les territoires de Firbeix, de Mialet et de Saint-Saud, le Seigle de la récolte de l'an dernier a présenté des propriétés toxiques singulières et très nettement marquées.

» Dans un village près de Mialet, un des colons du Dr Millet, conseiller général de la Dordogne, à qui je dois la connaissance de ces faits, s'était empressé de faire moudre un sac de Seigle aussitôt après la récolte et d'en fabriquer du pain. Ce pain a rendu toutes les personnes de la maison malades environ deux heures après leur repas. Elles ont été atteintes d'un engourdissement général et se sont trouvées, pendant vingt-quatre heures, dans l'impossibilité de se livrer à un travail quelconque; elles ont même été obligées de se coucher. Dans plusieurs villages voisins aussi, toutes les personnes qui ont mangé du pain fait avec les Seigles de la même récolte ont été malades. Des hommes qui étaient allés travailler dans les champs après le repas du matin se sont trouvés dans un état de torpeur et de malaise tel qu'on a dû les aller chercher pour les ramener chez eux; ils étaient incapables de revenir seuls.

» Les animaux, chiens, porcs et volailles auxquels on a donné de ce même pain sont devenus mornes, engourdis, et ont refusé de manger et de boire pendant vingt-quatre heures.

» Les effets produits par ce Seigle vénéneux ne ressemblent pas à ceux que cause l'ergot, mais plutôt à ceux de l'Ivraie avec une action plus intense et plus rapide.

» Des faits fort semblables à ceux qui viennent de se produire dans la Dordogne ont été récemment constatés à l'autre bout du monde, à l'extrémité de l'empire russe, au delà de la Mandchourie, dans l'Oussourie méridionale, auprès de Vladivostok. M. Woronine a reçu de ce pays des échantillons du Seigle signalé comme présentant de même des propriétés stupéfiantes et enivrantes et il les a étudiés. Il a reconnu qu'ils étaient envahis par un grand nombre de Champignons de diverses sortes qu'il a énumérés; mais, comme il a constaté en même temps que plusieurs grains avaient commencé à germer, il a regardé l'altération comme due aux mau-

vaises conditions dans lesquelles la moisson avait été faite. Néanmoins, c'est à la végétation cryptogamique qui s'est développée alors que M. Woronine attribue les propriétés toxiques signalées, sans pouvoir déterminer à quelle espèce elles sont dues; il a cependant indiqué spécialement quatre formes : *Fusarium roseum*, *Giberella Saubinetii*, *Hetmintosporium sp.* et *Cladosporium herbarum*, comme devant être soupçonnées d'avoir produit les accidents.

» L'étude des grains du Seigle enivrant, que j'ai reçus de M. le Dr Millet, m'a permis de reconnaître qu'aucune des espèces incriminées par le savant russe n'est la cause des effets toxiques constatés. Ces grains sont de fort médiocre apparence, petits, légers et resserrés, comme sont toujours ceux qui, pour une cause quelconque, se dessèchent, sans être parvenus à leur développement complet; mais ils ne présentent pas à leur surface ces nombreuses espèces de Champignons saprophytes qu'a observées M. Woronine sur les Seigles de l'Oussourie. C'est à leur intérieur que l'examen microscopique fait reconnaître l'existence d'un Champignon, toujours le même, et dont le mycélium envahit la couche externe de l'albumen.

» On sait que cette couche se distingue nettement, sur une coupe transversale, par la forme carrée de ses cellules et leur contenu, constitué seulement de fins granules protéiques. Dans les grains de Seigle enivrant, cette couche est à peine reconnaissable sur quelques points; elle est envahie par de nombreux filaments de Champignon entrelacés, de façon à former une lame de stroma plus ou moins épaisse en dedans des téguments et autour de l'albumen. Dans les cellules qui contiennent le gluten et les grains d'amidon, ceux-ci présentent à leur surface une corrosion bien visible, qui est due sans doute à l'action d'une diastase sécrétée par le Champignon.

» Çà et là des filaments s'échappent de la surface extérieure du stroma et pénètrent dans les téguments du grain. Espérant voir ce Champignon se développer hors du grain et y fructifier, j'ai mis des grains de Seigle enivrant, à l'intérieur desquels j'avais constaté l'existence du stroma, dans l'air saturé d'humidité d'un germoir de terre poreuse dont le fond plongeait dans l'eau. Au bout d'une quinzaine de jours, par une température variant entre 15° et 18°, il s'était développé à la surface de ces grains de petits coussinets de couleur blanchâtre, arrondis et un peu déprimés au sommet. Une coupe transversale m'a montré qu'ils ne sont rien autre chose que l'épanouissement au dehors du stroma intérieur du grain. Ils sont formés de

touffes pressées de filaments ramifiés dont les rameaux, aboutissant à la surface du coussinet, produisent des spores à leur extrémité.

» Il semble que cette organisation réponde à celle du genre *Dendrodochium* de Bonorden, mais le Champignon du seigle enivrant présente, dans la formation de ses spores, une disposition fort particulière qui n'a été observée dans aucun *Dendrodochium* et dont on ne connaît que de très rares exemples. Elle est analogue à celle qu'a décrite M. de Seynes dans une moisissure de l'Ananas qu'il a nommée *Sporochisma paradoxum*. Les spores sont produites, non pas comme d'ordinaire extérieurement au bout des rameaux fructifères, mais dans l'intérieur de ces rameaux eux-mêmes. Le plasma qui remplit le dernier article du rameau se différencie à son extrémité et s'organise en une spore qui s'isole complètement, puis sort par une ouverture qui se fait au sommet du tube qui la contenait. Celui-ci reste ouvert et béant après la sortie de la spore; on distingue sa paroi hyaline au delà du point où est le plasma. Ce dernier continue à produire successivement à son extrémité, au fond du petit cylindre ouvert, une nouvelle spore qui se détache et est expulsée au dehors comme la précédente. Il s'en forme ainsi successivement au moins trois ou quatre.

» Cette organisation très singulière paraîtra sans doute justifier la création d'un genre nouveau. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la découverte d'une source au fond du lac d'Annecy*. Note de MM. **A. Delebecque** et **L. Legay**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une précédente Communication (t. CXI, p. 1000), nous avons parlé d'un entonnoir, dit *le Boubioz*, qui s'ouvre sur le talus du lac d'Annecy, par des profondeurs de 25^m à 30^m, suivant une ellipse ayant pour longueurs d'axes 200^m et 250^m; entonnoir dont les parois, vaseuses, ont une inclinaison variant entre 20° et 40° et dont le fond, rocheux, se trouve à $80^m,60$ au-dessous du niveau de l'eau, soit 16^m plus bas que le plafond du lac. Nous avons signalé la singularité de cet accident que l'on n'avait jamais rencontré dans les lacs alpins, dont les talus présentent quelquefois des monticules, mais jamais de trous.

» Ayant trouvé à diverses reprises une température sensiblement uniforme dans toute l'étendue de cet entonnoir, nous disions qu'il servait probablement d'émissaire aux eaux du lac, dont une partie se serait ainsi

écoulée souterrainement. Mais à cause de la mobilité du bateau et de la difficulté de nous repérer, nous n'avions jamais pu, dans nos sondages thermométriques, atteindre exactement le sommet de l'entonnoir. Notre supposition était erronée.

» Une circonstance exceptionnelle, la congélation du lac d'Annecy, qui s'est produite en février dernier, nous a permis d'exécuter nos sondages dans des conditions particulièrement favorables. En perçant des trous dans la glace, nous sommes arrivés par des tâtonnements méthodiques à trouver le sommet cherché et nous avons mesuré au fond du Boubioz, avec le thermomètre à renversement de Negretti et Zambra, une température de 11°,8, tandis que nous ne trouvions que 3°,8 sur le plafond du lac, à la profondeur de 65^m. Cet écart ne peut être attribué qu'à une source sous-lacustre. Cette source, au point où elle jaillit, empêche le dépôt de la vase qui, tout autour, s'éboule en forme d'entonnoir.

» La température de cette source est peut-être notablement supérieure à 11°,8; car nous ne pouvions prendre que la température d'un mélange de l'eau de la source avec celle du lac.

» L'existence de sources au fond du lac d'Annecy avait, d'ailleurs, été pressentie dès 1870 par M. Carnot, Président de la République, alors ingénieur des Ponts et Chaussées à Annecy. Remarquant, dans ses études relatives à la régularisation du niveau du lac d'Annecy, que le débit des émissaires est considérable relativement à la quantité de pluie tombée sur le bassin du lac, il était arrivé à la conclusion que des sources sous-lacustres amènent de l'eau provenant de bassins supérieurs situés en dehors du périmètre apparent de celui du lac.

» La présence d'une source est, d'autre part, pleinement confirmée par une analyse faite par M. Duparc, professeur à l'Université de Genève. L'eau que nous avons recueillie au fond du Boubioz contient, en effet, $0^{gr},173$ de résidu fixe par litre, tandis que l'eau prise au milieu du lac n'en contient que $0^{gr},151$.

» L'eau de cette source se diffuse très rapidement dans celle du lac. Ainsi, à 5^m au-dessus du fond, la température n'est plus que de 4°,4. Néanmoins l'influence réchauffante de la source se fait sentir dans toute l'étendue du trou. Le 28 février, à 30^m de profondeur, la température était encore de 4°,2 sur l'axe de l'entonnoir, tandis qu'elle n'était que de 3°,4 au milieu du lac. Dans les couches supérieures, à moins de 25^m de profondeur, toute différence disparaissait et, à la surface, la glace avait $0^m,16$ à $0^m,18$ d'épaisseur, à peu près autant que partout ailleurs.

» En supposant que cette source, par analogie avec celles que nous voyons sur les pentes des montagnes voisines, ne produise pas d'effondrement sensible dans le talus primitif du lac et constitue seulement un obstacle au dépôt de la vase, nous pouvons, ce qui est d'une grande importance pour l'étude des lacs, avoir une idée assez exacte de l'épaisseur de cette vase. Il suffit de prendre la différence de niveau entre l'ouverture et le fond de l'entonnoir; nous trouvons ainsi une épaisseur de 50^m à 55^m.

» Quelques autres petites sources chaudes jaillissent encore sous l'eau non loin du Boubioz, près de la rive occidentale du lac, mais par des profondeurs ne dépassant pas 2^m ou 3^m. »

GÉOLOGIE. — *Sur les sondages exécutés dans le Pas-de-Calais en* 1890. Note de M. J. Renaud, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Les sondages que j'ai exécutés, l'an dernier, dans la Manche, avec la collaboration de M. Hersent, avaient pour but de rechercher la nature géologique des fonds sous-marins du détroit, entre le cap Gris-Nez et Folkestone, et l'épaisseur des sables et des alluvions qui les couvrent. Cela nécessitait des forages de plusieurs mètres, par des fonds de 55^m à 60^m, et la difficulté était accrue par la violence des courants et par l'agitation presque constante de la mer.

» Aussi était-il nécessaire de modifier les méthodes habituelles des forages. Il était d'abord impossible d'utiliser le système de *vissage* usité à terre; quant au procédé imaginé par M. Bouquet de la Grye lors d'une mission à la Rochelle et qui consistait à faire agir sous l'eau un mouton sur une lance, il fallait, de toute nécessité, le modifier, la profondeur de la Manche étant dix fois plus grande.

» Dans les parties où la roche était dénudée ou recouverte d'une mince couche d'alluvions, nous nous sommes bornés à envoyer de haut en bas une tige de fer (lestée de fortes rondelles de plomb) qui, arrivant sur le sol avec une grande vitesse, en raison de sa forme effilée, y pénétrait suffisamment. A l'extrémité inférieure de la tige étaient fixés des tubes munis de clapets dont les dispositions variaient selon la nature des terrains rencontrés.

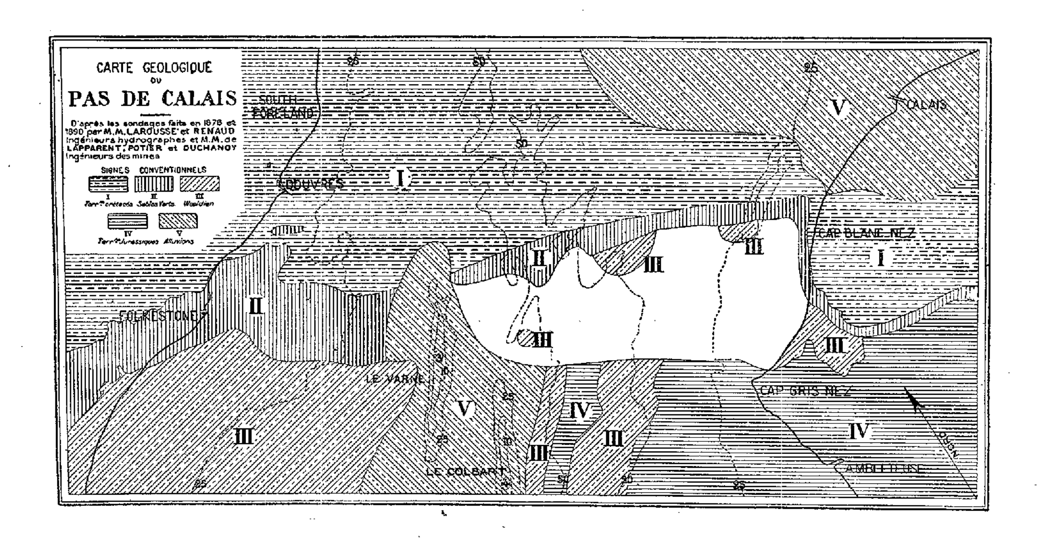
» Le deuxième appareil était descendu lentement au fond de la mer; la tige était maintenue verticale par un trépied et enfoncée à coups de mouton dans le sol; les tubes et les clapets du bas de la tige étaient les

mêmes que ceux du premier appareil. Ces deux instruments ont donné d'excellents résultats.

» Le troisième appareil servait à mesurer l'épaisseur des alluvions déposées au-dessus du terrain en place; il était formé d'un tube bien lesté, à l'intérieur duquel on injectait de l'eau, et qui descendait tant que l'eau injectée mettait en mouvement et refoulait les alluvions à la partie inférieure du tube.

» Pendant la campagne, il a été fait environ 2700 sondages et 400 forages. Ces opérations ont permis de déterminer exactement le relief sous-marin du Pas-de-Calais, d'étudier le mode de distribution des alluvions dans ces parages, et enfin de dresser une Carte géologique du détroit faisant suite à celle qui avait été levée plus au nord, en 1876, par MM. Larousse, de Lapparent et Potier.

» Cette Carte, que nous reproduisons ici, permet de suivre, au fond de



la mer, la continuation des affleurements des étages jurassiques du Boulonnais dans la partie sud-est du détroit; elle montre le soulèvement du Portlandien qui a donné naissance aux deux bancs du Varne et du Colbert, et elle délimite, dans l'ouest du Pas-de-Calais, les prolongements sous-marins des assises du Wéaldien et des sables verts qui forment les terrains du comté de Kent en Angleterre.

» Les courants sous-marins du détroit ont été aussi l'objet de fréquentes observations pendant la campagne; il a été reconnu qu'ils sont les mêmes

au fond qu'à la surface, en vitesse et en direction, et que l'étale se produit en même temps dans toute la masse d'eau. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains métamorphiques des Alpes de Savoie.* Note de M. P. **Termier**, présentée par M. Mallard.

« Dans le courant de l'été de 1890, nous avons exploré, pour le service de la Carte géologique détaillée, le pays de hautes montagnes compris entre Modane et Tignes (massif de la Vanoise). On y rencontre quatre terrains : les Schistes lustrés, le Houiller, le Permien et le Trias. Le plissement a été, dans toute la région, d'une intensité exceptionnelle : les plis sont fréquemment renversés et écrasés; les couches se *suppriment*, par étirement, sur des centaines de mètres d'épaisseur. En même temps, les dépôts sont profondément métamorphiques : beaucoup ne montrent plus aucune apparence détritique. Il nous a semblé intéressant de résumer ici les résultats de l'étude microscopique de ces divers terrains.

» *Schistes lustrés.* — On sait que ces Schistes sont rattachés au Prépaléozoïque par M. Zaccagna. Les travaux de MM. Potier, Bertrand et Kilian ont clairement démontré qu'ils sont antérieurs au Houiller. Nous ne les avons étudiés qu'au nord-est de la Vanoise (chaîne de la Sana), où ils sont en *recouvrement* sur le Trias.

» A. Facies habituel. Schiste gris à séricite avec lits alternants de quartz et de calcite cristallisée (ou de dolomie ferrifère). *Ilménite* et *rutile, oligiste; anthracite.* A la *séricite* s'associe habituellement la *chlorite*, plus rarement le *mica noir*. Pas d'éléments détritiques. *Quartz* fin, en mosaïque, généralement antérieur aux phyllites.

» B. Schiste vert sans carbonates. *Pyrite. Rutile* très abondant en aiguilles excessivement fines. *Tourmaline. Séricite* et *chlorite; quartz.* — C. Roches vertes variées, peut-être intrusives : amphibolites et pyroxénites à grenat et sphène, chargées d'épidote et de serpentine. Feldspath rare.

» *Houiller.* — Ce terrain est bien connu entre Saint-Michel en Maurienne et Bozel; il reparaît à l'est de Champagny, sous le Permien.

Le métamorphisme est peu intense à l'ouest du méridien de Bozel : bien que la plupart des couches contiennent de la séricite de métamorphisme, elles montrent encore, au moins au microscope, de nombreux galets détritiques. Le Houiller de Champagny est beaucoup plus cristallin. Schistes plus ou moins quartzeux, gris ou noirs, luisants et satinés, à clivage plissoté. *Pyrite, ilménite, anthracite, rutile, séricite* et *quartz.* Vers le sommet de l'étage, les phyllades deviennent plus homogènes : la *chlorite*, la *tourmaline*, les *feldspaths* (*orthose* et *albite*) apparaissent.

» *Permien.* — Nous rattachons au Permien les phyllades intercalés, sans aucune discordance de stratification, entre le terrain à anthracite et le Trias. Il est possible qu'une forte partie de ces phyllades appartienne au Houiller supérieur.

» Les Schistes cristallins permiens ont été rapportés par Lory au Primitif. M. Lachat a depuis longtemps proposé d'attribuer au Houiller les chloritoschistes à noyaux feldspathiques de Modane et de Bozel. Les mêmes assises sont signalées comme permiennes par M. Zaccagna. En réalité, l'extension du Permien est énorme dans toute la région On le suit de Modane à Bozel, par Polset, le glacier de Gébroulaz, le col du Fruit, la vallée de Saint-Bon. Il forme, à l'est de Bozel, le massif de la Becca-Motta, et, plus au Nord (¹), le massif du Mont-Pourri. On le suit également de Modane à Entre-deux-Eaux, par la Pointe-de-l'Échelle, le Dôme de Chasseforêt, les gorges du Doron. Le métamorphisme est intense, surtout à l'est du méridien de Pralognan. Dans la région d'Entre-deux-Eaux, la cristallinité est comparable à celle du Primitif, mais les minéraux de métamorphisme sont les mêmes de part et d'autre dudit méridien; la continuité des assises permiennes, évidente stratigraphiquement, est pétrographiquement palpable.

» A. Quartzites fins, à zones phylliteuses. Pas d'éléments détritiques. *Zircon, rutile, tourmaline, sphène,* un peu d'*ilménite* et d'*oligiste*. *Chlorite* et *séricite*. *Quartz fin*. *Orthose* et *albite* rares.

» B. Schistes gris ou violets, luisants et satinés. Galets de quartz ou de quartzite, plus ou moins recristallisés sur les bords. Mêmes minéraux que ci-dessus. Noyaux feldspathiques abondants, développés après les phyllites, souvent transversalement à la schistosité. *Calcite* et *sidérose* fréquentes.

» C. Chloritoschistes verts, souvent feldspathiques. Structure plus homogène. Pas d'éléments détritiques. Beaucoup de *rutile* ou de *sphène*. *Tourmaline,* parfois visible à l'œil nu. Noyaux feldspathiques, très nombreux, englobant ou repoussant les phyllites, déviant les files d'ilménite, de rutile ou de sphène. Parfois, un peu de *glaucophane*. *Calcite* et *sidérose* fréquentes.

» D. Schistes moins luisants. *Anthracite*. *Sphène* très abondant. *Épidote* et *zoïsite*. *Chlorite, séricite* et *quartz*.

» E. Amphibolites à glaucophane. *Glaucophane,* généralement visible à l'œil nu. *Sphène, chlorite, épidote* et *zoïzite*. *Albite* en grandes plages englobant tous les autres minéraux.

» On observe des passages entre ces cinq types. Le *grenat* et la *magnétite,* si abondants dans le primitif, sont ici fort rares. Le sphène et le rutile ne vont généralement pas ensemble. Le zircon est très fréquent, mais toujours en cristaux isolés. L'ilménite, l'oligiste, le rutile sont les minéraux les plus anciens. La tourmaline, qui leur est postérieure, est antérieure aux phyllites. Les feldspath sont postérieurs à tous les minéraux, sauf les carbonates. Le quartz contient des inclusions de rutile et quelques inclusions liquides, parfois à bulle mobile. L'absence du mica noir, l'extrême ténuité

(¹) D'après M. Marcel Bertrand.

du rutile, l'enveloppement par les phyllites d'une grande partie du quartz, la disposition du feldspath en noyaux chargés d'inclusions, le remplacement de l'oligoclase par l'albite, un aspect toujours un peu hétérogène, distinguent les phyllades permiens de ceux du primitif [1].

» *Trias.* — Le Trias comprend deux termes fort différents : les quartzites et les calcaires.

» Les quartzites sont des grès métamorphiques à galets détritiques rares. *Quartz* fin avec *séricite,* plus rarement *chlorite,* englobant *ilménite, oligiste, rutile, zircon, tourmaline.* Presque toujours un peu d'*orthose* ou d'albite. En somme, même composition que les quartzites permiens.

» A la base des calcaires, on observe une alternance des marbres phylliteux et de schistes noirs, gris ou verts. Les marbres contiennent : *ilménite, oligiste* (jusqu'à 20 pour 100), *rutile, tourmaline, quartz, chlorite, séricite, calcite* et *dolomie.* Les Schistes sont *identiques* aux phyllades à rutile et tourmaline du Permien ou des Schistes lustrés. Marbres et Schistes contiennent de l'*orthose* et de l'*albite.* Exceptionnellement, on y observe de beaux cristaux de *chloritoïde,* parfois visibles à l'œil nu. Puis viennent des calcaires siliceux et cristallins, peu phylliteux, et enfin une énorme série de calcaires gris. Tous ces calcaires contiennent de l'*orthose*, de l'*albite* et du *quartz.* Dans les régions les plus plissées (Grande-Casse), ils deviennent tous un peu sériciteux. Des cargneules et des gypses apparaissent çà et là, surtout à la base des calcaires. Ils sont dus à des transformations chimiques tout à fait indépendantes du métamorphisme dont nous parlons.

» *Résumé et conclusions.* — Les divers terrains d'âge fort différent, dont se composent les montagnes de la Vanoise, semblent avoir été soumis *à la même cause* de métamorphisme. Partout où cette cause a agi sur des dépôts identiques, de quelque âge qu'ils fussent, elle a produit les mêmes transformations. Les différences de facies, dans une même région, s'expliquent aisément par la diversité originelle de composition des sédiments. Si le Permien est, toutes choses égales d'ailleurs, plus métamorphique que les autres terrains, c'est qu'il était plus riche en magnésie, soude et potasse. Les différences de métamorphisme d'une région à l'autre semblent liées aux différences dans l'intensité des efforts orogéniques. Le maximum de cristallinité s'observe sur les points où l'étirement a été le plus intense (Entre-deux-Eaux).

» Nous concluons de là que le métamorphisme est dû à la chaleur dé-

---

[1] D'après leurs caractères micrographiques, nous n'hésiterions pas à attribuer au permien les Schistes cristallins de Flumet (Savoie), rapportés jusqu'ici au Primitif. Ces Schistes nous ont d'ailleurs paru concordants avec le Trias.

gagée par le plissement. Cette chaleur semble s'être produite lentement (température peu élevée); mais elle n'a pu se dissiper que très lentement aussi, à cause de la faible conductibilité des roches. L'action, *prolongée pendant une longue suite d'années*, d'une température de 200° ou 250° (¹), suffit probablement pour *recuire* les sédiments et provoquer une recristallisation complète des éléments qui les composent. La même action, prolongée plus longtemps encore, produirait des assises sans doute identiques à celles *que nous appelons primitives*, à la différence près qui tient aux deux agents transformateurs de la plus grande partie des terrains primitifs, le granite et la granulite. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Contribution à l'étude de la culture du Colza.* Mémoire de MM. **E. Louise** et **E. Picard**, présenté par M. P.-P. Dehérain. (Extrait par les Auteurs.)

« Dans un Travail communiqué à l'Institut (²), M. S. Pierre rechercha, aux diverses époques du développement du Colza, la production et la répartition, dans ses différentes parties, de la matière organique, des substances azotées et des principaux éléments minéraux. Le savant agronome arriva à conclure que :

» 1° Le poids total de la matière verte atteint son maximum à l'époque de la formation de la graine ;

» 2° Qu'il y a transport continu de l'azote et des autres éléments minéraux fertilisants de la partie inférieure de la plante vers l'extrémité des rameaux;

» 3° Que ce transport atteint son maximum d'activité lors de l'apparition de la graine.

» Plus récemment M. Müntz, en étudiant la maturation des graines en général et de celle du Colza en particulier (³), est arrivé à un résultat du même ordre en constatant que les hydrates de carbone, aux dépens desquels se forme la matière grasse de la graine, s'accumulent dans la silique,

---

(¹) Les récentes découvertes de la Chimie et de la Métallurgie semblent indiquer que cette température de 200° à 250° agit d'une façon remarquable sur la plupart des corps.

(²) 5 mars 1860.

(³) *Annales des Sciences naturelles* (*Botanique*), 7ᵉ série, t. III, p. 65.

d'où ils passent progressivement dans la graine, à mesure que la maturité s'avance.

» La production du Colza intéresse tout particulièrement le département du Calvados, non seulement à cause des bénéfices qu'elle procure, mais encore par l'heureuse influence qu'elle exerce sur le rendement des céréales; nous avons donc cherché à compléter les importants travaux de Physiologie végétale que nous venons de citer par une étude de la culture rationnelle de cette plante.

» Notre travail se divise en deux parties : la première comprend l'étude des exigences élémentaires de la plante croissant dans un terrain ordinaire; la deuxième l'étude des engrais les plus favorables à sa végétation et les plus capables d'en augmenter les rendements en produits utiles. Nous ne communiquerons ici que le résumé de la première partie dont les détails sont publiés ailleurs (¹).

» Le premier point à établir était l'appauvrissement du sol pour une récolte ordinaire.

» Nous avons choisi une graine de Colza type appartenant à la variété la plus répandue dans le Calvados. Cette graine a été analysée, puis semée dans un terrain de composition connue.

» Dès le mois de février, la plante commençant à végéter, nous prélevâmes de mois en mois un échantillon dont la composition chimique fut déterminée par l'analyse particulière des racines, des tiges et des feuilles.

» L'examen de la composition centésimale des différentes parties du Colza permet de conclure que, pendant la période de végétation comprise entre le commencement de février et le 28 juin, maturité complète :

» 1° La quantité d'azote pour 100 décroît d'une manière continue dans les racines et les tiges, tandis qu'elle augmente dans les feuilles;

» 2° L'acide phosphorique va également en décroissant d'une manière continue dans les racines et les tiges, tandis que, dans les feuilles, il passe par son maximum vers le 8 juin;

» 3° La potasse, qui va sans cesse en diminuant dans les racines et les feuilles, reste, au contraire, presque stationnaire dans la tige;

» 4° La chaux va constamment en augmentant dans chacune des parties de la plante jusqu'au 8 juin, époque à laquelle elle passe par son maximum;

» 5° La magnésie, comme la chaux, augmente d'une façon continue dans chaque partie de la plante.

(¹) *Annales agronomiques.*

» Ces conclusions sont conformes à celles que M. Is. Pierre avait déduites de son travail; mais il n'en est pas de même pour les nombres qui diffèrent sensiblement. Ce fait s'explique aisément par le perfectionnement des procédés de culture et par la différence des conditions climatériques.

» En même temps que la composition centésimale des diverses parties de la plante, nous avons déterminé la quantité de substance sèche que chacune d'elles fournit; nous avons obtenu ainsi les éléments nécessaires au calcul des quantités de matières fertilisantes enlevées à l'hectare.

» On trouve ainsi que, si la quantité centésimale de ces matières va constamment en diminuant dans la plante, du 13 février au 28 juin, la quantité totale enlevée à l'hectare par la récolte, va sans cesse en croissant. Les courbes représentatives de ces résultats ne laissent aucun doute à cet égard, et nous permettent encore de constater que, par ordre décroissant d'importance, le colza prélève sur le sol : la chaux, la potasse, l'azote, l'acide phosphorique, la magnésie.

» L'appauvrissement du sol, néanmoins, ne suit pas le même ordre; il résulte nécessairement du rapport qui existe entre la quantité d'éléments fertilisants enlevés par l'exportation des produits de la récolte et la quantité de ces mêmes éléments, contenus dans le sol avant qu'on lui confie la plante.

» Dans notre région, toute la récolte, sauf les feuilles, est exportée du domaine. Or, notre échantillon du 28 juin étant entièrement dépouillé de ses feuilles, on peut donc admettre qu'il représente la somme des éléments fertilisants exportés.

» En rapportant ces quantités à celles que contenait le sol, on trouve que le colza a enlevé :

Acide phosphorique	primitivement contenu dans le sol.	$\frac{1}{13}$
Azote	»	$\frac{1}{56}$
Potasse	»	$\frac{1}{58}$
Magnésie	»	$\frac{1}{89}$
Chaux	»	$\frac{1}{327}$

» Il résulte des observations précédentes que le colza appauvrit surtout le sol en acide phosphorique, azote, potasse.

» Nous ne sommes pas surpris de voir l'acide phosphorique occuper le premier rang dans ce calcul, car cet élément fertilisant est exporté en quantité considérable avec le squelette des nombreux animaux que nourrit la plaine de Caen.

» On peut donc, sans anticiper sur nos recherches ultérieures, attribuer à l'acide phosphorique une importance considérable dans la composition des engrais destinés à la culture du colza dans le département du Calvados. »

M. **J.-P. Metzler** adresse un Mémoire ayant pour titre : « la Lumière; le Soleil ».

M. **E. François** adresse une Note intitulée : « Boussole cadran solaire ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 avril 1891.

Leçons sur les métaux professées à la Faculté des Sciences de Paris; par Alfred Ditte. Premier fascicule. Paris, Vve Ch. Dunod, MDCCCXCI; 1 vol. in-4°.

Paléontologie française. 2e série. *Végétaux. Terrain jurassique.* Livraisons 45 et 46. *Types proangiospermiques et supplément final; par* M. le marquis de Saporta.

Études sur le terrain houiller de Commentry. Livre premier : *Lithologie et stratigraphie.* Quatrième partie; *par* MM. de Launay et Stanislas Meunier. Livre deuxième. *Flore fossile; par* MM. B. Renault et R. Zeiller. Livre troisième : *Faunes ichtyologique et entomologique; par* M. Charles Brongniart et M. Émile Sauvage. Saint-Étienne, Théolier et Cie, 1888-1890; 3 vol. gr. in-8° et un atlas. (Présenté par M. Daubrée.)

Précis d'hygiène publique; par le Dr Bedoin. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; 1 vol. in-16. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours Montyon, Arts insalubres.)

Traite pratique du pied bot; par E. Duval. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours du prix Barbier.)

Statistique des vaccinations au moyen de la culture atténuée du microbe de la fièvre jaune, pendant le paroxysme épidémique de 1889-1890. *Cinquième statistique; par* le Dr Domingos Freire. Berlin, Druck und Verlag von Imberg und Lefson, 1891; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Recueil zoologique suisse; publié sous la direction du Dr Hermann Fol. Tome cinquième et dernier. N° 3, sorti de presse le 15 décembre 1890. Genève-Bâle, H. Georg; 1 vol. in-8°.

La réforme monétaire universelle; par L. Bailly. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-8°.

R. Ufficio geologico. — Memorie descrittive della carta geologica d'Italia. Vol. VI : *Osservationi fatte nella colonia Eritrea; da* L. Baldacci. Roma, Tipografia nazionale, 1891; br. gr. in-8°.

R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano. — Osservazioni meteorologiche eseguite nell'anno 1890 *col riassunto composto sulle medesime; da* E. Pini; br. in-4°.

Die Ernährung des Menschen und seine Nahrungs und Genussmittel; von Friedrich Strohmer. Wien, 1889, Verlag von Carl Graeser; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

ERRATA.

(Séance du 13 avril 1891.)

Note de M. *Ch. Blarez*, Influence exercée par la présence des sels minéraux neutres de potassium :

Page 810, ligne 5, *au lieu de* $\sqrt{k}$, *lisez* $\sqrt{K}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de l'extrait suivant du testament de M. *Cahours*.

« J'ai fréquemment eu l'occasion de constater, dans le cours de ma carrière scientifique, que des jeunes gens fort distingués et doués d'une vocation réelle pour les Sciences se voyaient obligés de les abandonner, faute d'avoir trouvé, à leur début, un secours efficace qui leur eût permis de subvenir aux premières nécessités de la vie et de pouvoir s'adonner exclusivement aux études scientifiques.

» Dans le but d'encourager de jeunes travailleurs qui, faute de ressources suffisantes, se trouvent dans l'impuissance de terminer des travaux en cours d'exécution et en souvenir de mes bien-aimés enfants qui, eux

aussi, entraient dans la voie scientifique au moment où la mort est venue me les prendre, je lègue à l'Académie des Sciences, qui m'a fait l'honneur de m'admettre dans son sein, une somme de *cent mille francs*.

» Je désire que les intérêts de cette somme soient distribués chaque année à titre d'encouragement à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants, et plus particulièrement par des *recherches de Chimie*.

» Pour assurer cette préférence, indépendamment de la recommandation expresse que j'en fais ici à mes successeurs, je veux que, pendant au moins *vingt-cinq ans* après l'entrée en jouissance de l'Académie, trois membres au moins de la Section de Chimie fassent partie, chaque année, d'une Commission de cinq membres chargés par l'Académie de distribuer le prix. J'exprime en outre ici le désir formel que ce choix porte, autant que possible, sur des jeunes gens sans fortune n'ayant pas de places salariées et qui, faute d'une situation suffisante, se trouveraient hors d'état de poursuivre leurs recherches.

» Ces encouragements pécuniaires pourront être donnés pendant plusieurs années aux mêmes jeunes gens, si la Commission reconnaît que leurs productions aient une valeur qui leur permette d'obtenir cette faveur.

» Néanmoins, pour faire participer le plus grand nombre de jeunes travailleurs au legs que j'institue, je désire que les encouragements cessent à partir du jour où les jeunes savants qui en ont joui obtiendraient des positions suffisamment rémunérées. »

Remarques à l'occasion du legs de M. Cahours; par M. **J. Janssen.**

« Le legs qui vient d'être fait à l'Académie, par notre si éminent et si regretté Confrère, me paraît avoir une portée considérable, non seulement par son importance, mais surtout par la voie qu'il ouvre et l'exemple qu'il donne à tous ceux qui désormais voudront encourager les Sciences par leurs libéralités.

» M. Cahours, qu'un jugement sûr et une longue expérience avaient mis à même de connaître les plus urgentes nécessités de la Science, était arrivé, comme la plupart d'entre nous, à sentir la nécessité d'introduire une forme nouvelle dans l'institution des récompenses scientifiques.

» Nos prix continueront toujours à répondre à un grand et noble besoin; leur valeur, la difficulté de les obtenir, l'éclat qu'ils tirent de l'illus-

tration du corps qui les décerne en feront toujours les plus hautes et les plus enviées des récompenses.

» Mais la valeur même des travaux qu'il faut produire pour y prétendre en interdit la recherche aux débutants. C'est un tournoi qui n'est accessible qu'aux talents mûris et formés.

» Or, derrière ces savants qui ont déjà le pied assuré dans la carrière, il y a tous les jeunes gens doués de précieuses aptitudes, poussés par leur goût pour la Science pure, mais détournés trop souvent de cette carrière enviée par les difficultés de l'existence et prenant à regret une direction donnant des résultats plus immédiats. Et cependant, parmi eux, combien de talents en germes qui, bien cultivés, eussent fait l'honneur et la force de la Science !

» Il faut bien le dire, c'est au sortir des études que se trouvent les plus difficiles épreuves pour ceux qui veulent se vouer à la Science pure, et ces difficultés augmentent tous les jours par la marche si rapidement ascendante des exigences de la vie.

» Il faut porter un prompt remède à cet état de choses, si l'on ne veut voir tarir, dans ses sources mêmes, le recrutement de la haute Science.

» Cette vérité, du reste, commence à être généralement sentie. Le Gouvernement a déjà créé des institutions, des bourses, des encouragements, qui répondent en partie à ce besoin. De généreux donateurs sont entrés également dans cette voie. Je citerai notamment la noble fondation de Mlle Dosne qui fait élever en ce moment un hôtel où des jeunes gens, ayant montré des aptitudes distinguées pour la haute Administration, le Barreau, l'Histoire, recevront, pendant trois années, tous les moyens de poursuivre de hautes et paisibles études.

» Disons donc bien haut, et, en parlant ainsi, nous ne sommes que le faible écho des plus illustres Membres de l'Académie, disons que c'est en suivant la voie si noblement ouverte par Cahours qu'on servira le plus efficacement les intérêts et l'avenir de la Science. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les expressions des pressions dans un corps élastique homogène;* par M. H. **Resal.**

« Je rappellerai que, en 1852, Lamé est parvenu, par une notion prématurée sur la traction et la torsion et par une transformation de coordonnées, à réduire de 36 à 2 le nombre des coefficients qui entrent dans les

expressions dont il s'agit. En 1856, de Saint-Venant est arrivé au même résultat d'une manière plus simple, par la considération des plans et axes d'élasticité.

» Je propose de substituer à l'une ou l'autre de ces méthodes la suivante, qui me paraît plus courte et plus satisfaisante.

» Soient mx, my, mz trois axes rectangulaires quelconques partant d'un point d'un corps élastique à l'état naturel :

$$(1)\qquad \begin{aligned} p_{xz} &= \mathrm{A}\,\delta_z + \mathrm{B}\,\delta_y + \mathrm{C}\,\delta_z + \mathrm{D}\,\gamma_{zy} + \mathrm{E}\,\gamma_{xz} + \mathrm{F}\,\gamma_{xy}, \\ p_{xy} &= \mathrm{A}'\delta_z + \mathrm{B}'\delta_y + \mathrm{C}'\delta_z + \mathrm{D}'\gamma_{zy} + \mathrm{E}'\gamma_{xz} + \mathrm{F}'\gamma_{xy}. \end{aligned}$$

Comme mx, my, mz sont des axes de symétrie moléculaire, on obtient, par des permutations de lettres, en remarquant que $\gamma_{zz} = 0$,

$$(1')\qquad \begin{aligned} p_{yy} &= \mathrm{B}\,\delta_x + \mathrm{A}\,\delta_y + \mathrm{C}\,\delta_z + \mathrm{E}\,\gamma_{zy} + \mathrm{D}\,\gamma_{xz} + \mathrm{F}\gamma_{xy}, \\ p_{xz} &= \mathrm{A}'\delta_x + \mathrm{C}'\delta_y + \mathrm{B}'\delta_z + \mathrm{F}'\gamma_{xz} + \mathrm{E}'\gamma_{xy}, \\ p_{zy} &= \mathrm{C}'\delta_x + \mathrm{B}'\delta_y + \mathrm{A}'\delta_z + \mathrm{F}'\gamma_{zy} + \mathrm{D}'\gamma_{xy}. \end{aligned}$$

» Si l'on remonte maintenant de p_{xz}, p_{zy} à p_{xy}, on trouve

$$\begin{aligned} p_{xy} &= \mathrm{A}'\delta_x + \mathrm{B}'\delta_y + \mathrm{C}'\delta_z + \mathrm{E}'\gamma_{xz} + \mathrm{F}'\gamma_{xy}, \\ p_{xy} &= \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \mathrm{D}'\gamma_{zy} + \mathrm{F}'\gamma_{xy}. \end{aligned}$$

» De la comparaison entre les trois expressions ci-dessus de p_{xy}, on conclut que $\mathrm{D}' = 0$, $\mathrm{E}' = 0$, et alors on a simplement

$$(2)\qquad \left\{ \begin{aligned} p_{xy} &= \mathrm{A}'\delta_z + \mathrm{B}'\delta_y + \mathrm{C}'\delta_z + \mathrm{F}'\gamma_{xy}, \\ p_{xz} &= \mathrm{A}'\delta_z + \mathrm{C}'\delta_y + \mathrm{B}'\delta_z + \mathrm{F}'\gamma_{xz}, \\ p_{yz} &= \mathrm{C}'\delta_z + \mathrm{A}'\delta_y + \mathrm{B}'\delta_z + \mathrm{F}'\gamma_{yz}. \end{aligned} \right.$$

» Soit mx' une droite quelconque tracée dans le plan xmy, faisant l'angle α avec mx; on sait que

$$(a)\qquad \left\{ \begin{aligned} p_{x'x'} &= p_{xx}\cos^2\alpha + p_{yy}\sin^2\alpha + p_{xy}\sin 2\alpha, \\ p_{x'y'} &= \tfrac{1}{2}(p_{yy} - p_{xx})\sin 2\alpha + p_{xy}\cos 2\alpha, \\ p_{x'z} &= p_{xz}\cos\alpha + p_{yz}\sin\alpha. \end{aligned} \right.$$

$$(b)\qquad \left\{ \begin{aligned} \delta_{x'} &= \delta_x\cos^2\alpha + \delta_y\sin^2\alpha + \tfrac{1}{2}\gamma_{xy}\sin 2\alpha, \\ \delta_{y'} &= \delta_x\sin^2\alpha + \delta_y\cos^2\alpha - \tfrac{1}{2}\gamma_{xy}\sin 2\alpha, \\ \gamma_{x'y'} &= (\delta_y - \delta_x)\sin 2\alpha + \gamma_{xy}\cos 2\alpha, \\ \gamma_{x'z} &= \gamma_{xz}\cos\alpha + \gamma_{yz}\sin\alpha, \\ \gamma_{y'z} &= -\gamma_{xz}\sin\alpha + \gamma_{yz}\cos\alpha. \end{aligned} \right.$$

» Comme mx' est un axe de symétrie, la pression $p_{x'x'}$ doit s'exprimer au moyen de l'équation (1) en accentuant x, y, puis remplaçant les dilatations et glissements par leurs valeurs (b). Si l'on identifie l'expression ainsi obtenue à celle des formules (a), on aura, en ayant égard à (1), (1'), (2),

$$\begin{aligned}
&A(\delta_x \cos^2\alpha + \delta_y \sin^2\alpha + \tfrac{1}{2}\gamma_{xy} \sin 2\alpha)\\
&\quad + B(\delta_x \sin^2\alpha + \delta_y \cos^2\alpha - \tfrac{1}{2}\gamma_{xy} \sin 2\alpha) + C\delta_z\\
&\quad + D(-\gamma_{xz} \sin\alpha + \gamma_{yz} \cos\alpha)\\
&\quad + E(\gamma_{xz} \cos\alpha + \gamma_{yz} \sin\alpha) + F[(\delta_y - \delta_x) \sin 2\alpha + \gamma_{xy} \cos 2\alpha]\\
&= (A\cos^2\alpha + B\sin^2\alpha)\delta_x\\
&\quad + (B\cos^2\alpha + A\sin^2\alpha)\delta_y + C\delta_z + (D\cos^2\alpha + E\sin^2\alpha)\gamma_{yz}\\
&\quad + (E\cos^2\alpha + D\sin^2\alpha)\gamma_{xz}\\
&\quad + F\gamma_{xy} + (A'\delta_x + B'\delta_y + C'\delta_z + F'\gamma_{xy}) \sin 2\alpha.
\end{aligned}$$

» Si l'on identifie les coefficients des dilatations et glissements semblables, quel que soit α, on obtient

$$(C)\qquad \begin{cases} A = B + 2F', & D = 0, \quad E = 0, \\ F = 0, \quad A' = 0, & B' = 0, \quad C' = 0. \end{cases}$$

» En ayant égard à ces valeurs, les conditions relatives à $p_{x'y}$, $p_{x'z}$ deviennent des identités. On a donc

$$\begin{aligned}
p_{xx} &= (B + 2F')\delta_x + B\delta_y + C\delta_z,\\
p_{yy} &= B\delta_x + (B + 2F')\delta_y + C\delta_z,\\
p_{xy} &= F'\gamma_{xy}, \qquad p_{xz} = F'\gamma_{xz}, \qquad p_{yz} = F'\gamma_{yz}.
\end{aligned}$$

» Si dans les deux premières de ces expressions, on change respectivement x, y en z, et qu'on identifie les deux valeurs obtenues pour p_{zz} on obtient

$$C = B.$$

En faisant $\Delta = \delta_x + \delta_y + \delta_z$, $B = -\lambda$, $F' = -\mu$, on retrouve les formules connues

$$(4)\qquad \begin{cases} p_{xx} = -(\lambda\Delta + 2\mu\delta_x)\ldots,\\ p_{xy} = -\mu\gamma_{xy}\ldots. \end{cases}$$

» On peut s'assurer, ainsi qu'il suit, que ces formules sont indépen-

dantes de l'orientation des axes coordonnés. Soient en effet mx', my', mz' trois nouveaux axes rectangulaires. D'après notre manière d'opérer, on peut amener le plan zmx, en le faisant tourner autour de mz, à coïncider avec le plan zmx'. En faisant tourner le plan ymx autour du nouvel axe my, on fera coïncider mx avec mx'. Enfin un déplacement rotatoire autour de mx' ramènera l'axe my à coïncider avec my'. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de l'élasticité.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Dans le tome XIII du *Bulletin des Sciences mathématiques,* M. Brillouin a rendu compte de mon ouvrage sur la *Théorie mathématique de la lumière;* dans cette analyse, d'ailleurs très bienveillante et dont je le remercie, il m'adresse quelques critiques de détail auxquelles je désirerais répondre. Je ne l'ai pas fait plus tôt, parce qu'elles méritaient un examen approfondi et que j'étais distrait par d'autres travaux. La plus importante de ces critiques se trouve à la page 196 du *Bulletin* et se rapporte à ce que j'ai dit de la polarisation par diffraction. Je n'y reviendrai pas, parce qu'il me semble que mes Notes récentes sur les expériences de M. Wiener ont suffisamment éclairci le malentendu sur lequel elle repose et que la concision de ma première rédaction avait pu faire naître.

» Mais il est une autre critique que je ne puis laisser sans réponse. Pour faire rentrer certaines théories optiques de la double réfraction, telles que celles de Cauchy et de Fresnel, dans les cadres de la théorie générale de l'élasticité, j'ai dû élargir un peu ces cadres et généraliser les conceptions de Lamé. J'ai écrit la fonction fondamentale qui définit l'élasticité d'un corps et que j'ai désignée par W_2 avec 27 coefficients arbitraires au lieu de 21. M. Brillouin conteste la légitimité de cette extension (notes des p. 176 et 189), parce que la pression P_{xy} ne serait plus égale à la pression P_{yx}, ce qui rendrait impossible l'équilibre du corps élastique.

» C'est là une erreur que j'ai quelque temps partagée, mais qu'il est aisé de rectifier. J'adopterai les notations que j'ai employées dans ma *Théorie mathématique de la lumière* et qu'il est inutile de rappeler ici, puisque aussi bien la présente Note ne pourra intéresser que les personnes qui ont lu cet ouvrage et l'analyse de M. Brillouin.

» On peut être tenté de croire que

$$-\frac{dW}{d\xi'_x}d\omega,\quad -\frac{dW}{d\eta'_x}d\omega,\quad -\frac{dW}{d\zeta'_x}d\omega$$

sont les trois composantes de la pression qui s'exerce sur un élément de surface $d\omega$ orienté perpendiculairement à l'axe des x. Ce sont, en réalité, les trois composantes de la pression qui s'exerce sur un élément de surface qui, *avant la déformation*, avait pour aire $d\omega$ et était perpendiculaire à l'axe des x. Cet élément, quand la déformation a eu lieu, ne conserve pas son aire et son orientation, et ses projections sur les trois axes deviennent (en négligeant, bien entendu, les carrés de ξ, η, ζ)

$$d\omega(1 + \eta'_y + \zeta'_z), \quad - d\omega\xi'_y, \quad - d\omega\xi'_z.$$

Si donc nous appelons

$$P_{xx}\, d\omega, \quad P_{yx}\, d\omega, \quad P_{zx}\, d\omega$$

les trois composantes de la pression qui s'exerce sur un élément qui, *après la déformation*, se trouve avoir pour aire $d\omega$ et être orienté normalement à l'axe des x, on devra avoir

$$(1) \qquad \begin{cases} \dfrac{dW}{d\xi'_x} = - P_{xx}(1 + \eta'_y + \zeta'_z) + P_{xy}\xi'_y + P_{xz}\xi'_z, \\ \dfrac{dW}{d\eta'_x} = - P_{yx}(1 + \eta'_y + \zeta'_z) + P_{yy}\xi'_y + P_{yz}\xi'_z \end{cases}$$

et non pas $\dfrac{dW}{d\xi'_x} = - P_{xx}, \ldots.$

» Il est aisé de calculer les valeurs de $\dfrac{dW}{d\xi'_x}, \dfrac{dW}{d\eta'_x}, \ldots$ et celles de P_{xx}, $P_{yx}, \ldots.$

» On voit alors que les conditions (1) sont remplies en négligeant les carrés des ξ, et que l'on a

$$P_{xy} = P_{yx}.$$

» L'objection de M. Brillouin se trouve ainsi écartée. J'ai cependant un mot à ajouter : M. Brillouin fait observer que les termes additionnels que j'introduis devraient exercer une influence sur la stabilité de l'équilibre, et que cependant ils disparaissent des équations définitives du mouvement. Cela n'est pas tout à fait exact. La condition nécessaire et suffisante de la stabilité n'est pas que la forme quadratique W_2 soit définie et négative. Il faut, en effet, dans la recherche de cette condition, tenir compte du travail des pressions extérieures; on voit ainsi que, au moins pour les corps isotropes, nos termes additionnels ne doivent pas intervenir. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les substances humiques*, par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« La terre végétale est constituée par l'association de divers composés minéraux, tels que silicates, sels d'alumine, carbonate de chaux, etc., avec des composés organiques bruns, appartenant à la famille des corps humiques, et qui jouent un rôle essentiel dans la fertilité du sol et dans la végétation. Toutefois ce rôle a été jusqu'ici plutôt constaté par l'observation des praticiens que défini et analysé par l'expérimentation des savants : c'est une des grandes inconnues de l'agriculture.

» Non seulement ces composés, ou plutôt les produits de leur transformation, jouent un rôle essentiel dans la nutrition des plantes et spécialement dans la circulation des produits azotés; mais ils concourent dans une certaine mesure à l'aptitude du sol à retenir certains sels minéraux et à les conserver en réserve, malgré l'action dissolvante de l'eau qui traverse les terrains : aptitude résumée par le mot mal défini de *pouvoir absorbant* (1).

» Quel que soit l'intérêt agricole que présentent les matières humiques, les chimistes paraissent avoir été rebutés par leur fixité, leur insolubilité, leur nature incristallisable. Il n'est guère possible, dans l'état présent de nos connaissances, de les représenter par ces formules de constitution qui préoccupent tant les savants livrés à la Chimie organique. Cependant, leur étude présente des problèmes non moins intéressants au point de vue général de la végétation et de la Mécanique chimique, en raison des phénomènes d'hydratation et de déshydratation, de condensation moléculaire, de transformation de corps colloïdaux, qui s'y présentent. On aperçoit même dans ces transformations, ainsi qu'il sera dit ultérieurement, quelques-uns des mécanismes physiologiques, en vertu desquels peut se produire l'emmagasinement des énergies extérieures qui préside à la vie végétale.

» Telles sont les raisons qui nous ont engagés à entreprendre l'étude méthodique des matières humiques, dérivées des hydrates de carbone.

---

(1) Ce pouvoir dépend aussi des silicates basiques, étudiés surtout par M. van Bemmelen, dans des travaux très bien faits, publiés de 1877 à 1888 dans les *Landw. Versuch. Stationen*, et qui paraissent presque inconnus en France.

Nous avions examiné d'abord celles qui sont contenues dans la terre végétale; mais elles sont complexes, azotées, d'origine incertaine, et il nous a paru opportun de nous attacher d'abord à des matières humiques formées artificiellement au moyen de principes bien définis, par des procédés connus, et renfermant seulement du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène.

» Nous parlerons seulement aujourd'hui de la matière obtenue au moyen du sucre de canne et désignée sous les noms d'*ulmine* et d'*acide ulmique*. Elle a été étudiée successivement par Boullay, par Malaguti et par Mulder. Mais la formation de sels de potasse insolubles paraît avoir été méconnue dans certains cas, ces sels étant pris par erreur dans les analyses pour des principes neutres exempts d'alcali, qui auraient été séparés par la potasse de principes acides, solubles dans cet alcali. Les phénomènes que nous avons observés nous paraissent susceptibles d'une interprétation toute différente et que nous croyons utile de présenter d'abord, pour plus de clarté.

» Le composé brun et insoluble, formé par l'action de l'acide chlorhydrique sur le sucre, doit être regardé comme un anhydride condensé (ou un mélange de plusieurs anhydrides), dérivé de certains acides qui résultent de la métamorphose du sucre. Sous l'influence des alcalis étendus, cet anhydride se gonfle à la façon des colloïdes, et il s'établit un équilibre, donnant lieu à la fois à une faible quantité de sels basiques solubles, et même à des sels dérivés d'acides plus hydratés que le corps primitif, et à des sels insolubles qui forment le produit principal. L'insolubilité de ces derniers est telle qu'ils peuvent enlever à l'eau la potasse ou la soude qu'elle renferme, presque en totalité. Il existe deux séries de sels de cette espèce : les uns, formés dans les liqueurs alcalines concentrées, contiennent une dose équivalente d'alcali sensiblement triple du sel qui résiste aux lavages et demeure définitivement.

» Ce dernier sel insoluble est décomposé complètement par l'acide chlorhydrique étendu en excès, qui lui enlève la totalité de sa potasse. Cependant, si l'on met l'anhydride brun initial en présence d'une solution de chlorure de potassium, il décompose une trace de ce sel, en déplaçant de l'acide chlorhydrique, qui rend les liqueurs acides. Avec 100^{gr} d'anhydride humique et une solution contenant 4 centièmes de chlorure de potassium, on a trouvé, après quatre jours de contact à froid, $0^{gr},14$ d'acide chlorhydrique libre; à 100° : $0^{gr},32$.

» La soude, la baryte, la chaux se comportent à peu près comme la

potasse. Quant à l'ammoniaque, elle forme des sels amidés, conformément à son action connue sur les anhydrides d'acides polybasiques.

» Entrons maintenant dans le détail des faits, ou plus exactement résumons les plus importants.

» 1. 1500gr de sucre de canne, dissous dans l'eau et portés à l'ébullition avec de l'acide chlorhydrique pur et concentré, ont fourni, après lavages prolongés à l'eau bouillante, 236gr de matière. Cette matière, séchée à 100°, renfermait :

C....................	66,41
H....................	4,57
O....................	29,02

ni cendres ni chlore retenus.

» Dans une autre préparation séchée à 100°, on a obtenu C = 63,91, H = 4,58, O = 31,51.

» La composition n'est pas fixe, parce que le degré de déshydratation du composé varie avec l'intensité de l'action de l'acide chlorhydrique. Les premiers chiffres conduiraient à la formule $C^{36}H^{14}O^{12}$; les seconds à la même formule augmentée d'une certaine dose d'eau un peu inférieure à 1 molécule : soit $C^{36}H^{16}O^{14}$. C'est à cette dernière formule que répond aussi l'acide brun, tel qu'on l'obtient ensuite en le séparant de ses sels alcalins à froid, par l'action d'un excès d'acide chlorhydrique. L'équivalent de ces corps est déterminé, comme il va être dit, par l'analyse de leurs sels. Nous appellerons le premier composé *anhydride humique;* le second représentant l'acide proprement dit, lequel est susceptible d'une hydratation encore plus avancée sous l'influence prolongée des alcalis.

» 2. L'anhydride, ou l'acide humique, mis en contact avec l'eau, s'y gonfle peu à peu et finit par acquérir une consistance gélatineuse; il se comporte comme un colloïde.

» 3. 100gr d'anhydride humique ont été mis en contact à froid pendant deux jours avec 2 litres de potasse au dixième; au bout de ce temps, on a filtré et lessivé la partie insoluble à l'eau froide (8 litres), jusqu'à absence de réaction alcaline.

» La matière ainsi obtenue renfermait les quatre cinquièmes en poids du composé initial.

» Elle contenait : C = 53,8, H = 3,9, KO = 9,95; O excédant = 33,7.

» La formule $C^{36}H^{15}KO^{14}$ exigerait C = 53,2, H = 3,7, KO = 9,62.

» Ce composé paraît identique avec la prétendue ulmine de Malaguti,

qui a méconnu la présence de la potasse. La formation de ce sel de potasse résulte de l'hydratation de l'anhydride humique.

» Un cinquième de la matière initiale environ est changé tout d'abord en un sel basique soluble; l'acide sulfurique étendu en précipite un acide brun, de même composition que le précédent, d'après l'analyse. Par une digestion prolongée avec les alcalis, on parvient à des acides plus hydratés encore et qui finissent par devenir définitivement solubles à la façon des acides lévulique, dextronique, gluconique et congénères, à la famille desquels ils se rattachent évidemment.

» Nous nous attacherons surtout aujourd'hui au *sel insoluble de potasse*, sel qui mérite une attention particulière, en raison de son rôle dans l'explication du pouvoir absorbant des corps humiques.

» Ce sel résiste avec une certaine énergie à l'action dissolvante de l'eau. En effet, nous l'avons lessivé de nouveau à froid avec 4 litres d'eau : il renfermait, après cette opération, 9,71 centièmes de potasse, chiffre sensiblement identique au précédent. On l'a fait ensuite bouillir, pendant une heure, avec 120 fois son poids d'eau. Après filtration, la matière avait perdu un sixième de son poids. Elle renfermait encore 8,4 de potasse. Le sixième dissous dans l'eau contenait, d'après dosage, 17 centièmes de potasse. Ce sel est donc légèrement dissocié par l'eau, mais avec une extrême difficulté. L'acide chlorhydrique en excès lui enlève au contraire, même à froid, la totalité de la potasse. Le composé humique qui reste renfermait $C = 63,5 : H = 4,5$, c'est-à-dire qu'il avait fixé presque 1 molécule d'eau, et répondait à la composition du sel potassique.

» Un courant d'acide carbonique n'exerce à froid qu'une action peu sensible sur le sel de potasse.

» La formation de ce composé a lieu même avec de la potasse (en excès) dissoute dans cent vingt fois son poids d'eau, l'anhydride humique enlevant à l'eau la dose d'alcali nécessaire pour constituer le sel insoluble. On peut même dépouiller ainsi presque entièrement de potasse une solution aqueuse, fût-elle très étendue.

» Ainsi, par exemple, 5^{gr} d'anhydride humique, et 60^{cc} d'une solution contenant $0^{gr},565$ de potasse ($KO = 47,1$) ayant été agités ensemble pendant quatre jours à froid, 100 parties de la matière initiale, après lavages prolongés, ont conservé 10,7 centièmes d'alcali. D'après l'analyse, en effet, le produit insoluble contenait $0^{gr},536$ de potasse, soit 9,7 centièmes de son poids; tandis que la liqueur retenait en dissolution seulement $0^{gr},029$ de potasse.

» 4. Le composé insoluble qui vient d'être décrit s'obtient par un lavage prolongé. Mais si l'on examine la potasse fixée du premier coup, toujours à l'état insoluble, mais sans aucun lavage, sur l'anhydride humique, cette dose (obtenue en présence d'un exeès d'alcali) est triple de la précédente. En présence de la potasse au dixième, employée sous un poids de potasse (KO) égal à celui de l'anhydride, ce dernier se gonfle extrêmement. Cependant on peut arriver à isoler par filtration une partie du liquide, et l'analyse montre que la matière humique initiale a fixé 30 centièmes de son poids de potasse. L'expérience a été répétée avec les mêmes proportions relatives d'anhydride et d'alcali, mais, en dissolvant ce dernier dans cent vingt fois son poids d'eau, ce qui a fourni, après quatre jours de contact à froid, toujours sans lavages, une dose de potasse fixée, égale aux 31,4 centièmes du poids de l'anhydride primitif.

» Ainsi, il se forme par réaction directe, en présence d'un excès d'alcali, un sel de potasse tribasique, insoluble, colloïdal, que les lavages prolongés à froid décomposent, en lui enlevant les deux tiers de l'alcali qu'il renferme. Ce sel répond à la formule $C^{36}H^{13}K^{3}O^{14} + nH^{2}O^{2}$.

» Enfin il existe un dernier sel, celui-ci soluble dans l'eau, qui répondrait, d'après l'analyse des liqueurs, à un sel sébasique,

$$C^{36}H^{10}K^{6}O^{14} + mH^{2}O^{2}.$$

Mais, comme il n'a pas été isolé, sa composition est moins bien établie.

5. En opérant avec l'anhydride humique et la soude, on a obtenu des résultats tout à fait analogues. En effet, le produit a conservé, après lavages prolongés, 7 centièmes de soude ($NaO = 31$) fixée, en formant un sel de soude insoluble, voisin de la formule $C^{36}H^{15}NaO^{14}$.

» La soude, fixée sans lavages, au moyen d'une solution à 6,2 centièmes d'alcali, employée en excès, s'élevait à 17,9 centièmes du poids initial de l'anhydride humique : ce qui ne fait pas tout à fait une dose triple de la précédente. Avec une solution dix fois plus étendue, on a trouvé 18 centièmes. Mais les lavages prolongés à froid ont ramené cette dose dans le précipité à $NaO = 7,1$, comme plus haut.

» 6. L'eau de baryte en excès, agissant à froid, a donné lieu à une fixation de 66 centièmes du poids initial de l'anhydride. Mais les lavages ont enlevé les deux tiers de la baryte, et fourni un produit final contenant 18 à 20 centièmes de cet alcali. L'eau de chaux a fourni des résultats analogues, la dose fixée tout d'abord étant à peu près triple de celle qui demeure dans le corps insoluble, après des lavages prolongés.

» 7. Venons à l'action de l'ammoniaque. Nous l'avons étudiée à froid et à chaud.

» A froid, par une digestion de 4 jours, en vase clos, de 50gr d'anhydride humique avec un excès d'ammoniaque étendue (33gr au litre), on a obtenu une matière gélatineuse insoluble. D'après le titre de la liqueur filtrée, l'anhydride humique avait fixé, sans lavage, 10gr,1, c'est-à-dire 20 centièmes d'ammoniaque ($AzH^3 = 17$) à l'état insoluble, soit environ $4AzH^3$.

» On a lavé cette matière à l'eau froide jusqu'à réaction neutre, et on l'a séchée, à 40°, dans un courant d'hydrogène : opération qui ne lui a pas enlevé d'ammoniaque en dose sensible; puis on l'a portée à 100°, toujours dans le courant d'hydrogène, ce qui lui a enlevé, en 18 heures, 0gr,283 d'ammoniaque, soit 0,62 centièmes d'azote.

» On a fait bouillir le résidu avec de l'eau et de la magnésie, ce qui a dégagé encore Az = 0,76 centièmes. La chaux sodée, au rouge, a déplacé ensuite 2,07 centièmes d'azote. Le carbone et l'hydrogène ont été dosés. Les nombres obtenus s'écartent peu de la formule $C^{72}H^{33}AzO^{26}$, qui serait celle d'un acide amidé, formé aux dépens de 2 molécules d'anhydride humique; acide résistant à la magnésie et comparable à l'acide aspartique.

» On voit que cet acide forme un sel ammoniacal peu stable, lequel perd déjà une partie de son ammoniaque pendant les lavages et la dessiccation.

» En chauffant l'anhydride humique avec une solution d'ammoniaque de même titre que la précédente, à 100°, en tubes scellés, pendant deux heures, on a trouvé que l'ammoniaque fixée à l'état insoluble (par simple filtration et sans lavages) s'élevait à 9 centièmes seulement. Le produit, lavé et séché à 100°, a fourni, par la magnésie, à l'ébullition: Az ammoniacal = 0,32; puis par la chaux sodée : azote amidé = 3,54 centièmes, dose presque double de l'azote fixé à froid sous la même forme. En employant une liqueur ammoniacale dix fois plus étendue, sous le même volume, l'azote amidé fixé a été moindre et précisément le même qu'à froid (2,08 centièmes).

» On voit que l'ammoniaque se fixe sur l'anhydride humique, en fournissant les sels ammoniacaux d'acides amidés d'un caractère spécial et qui se rapprochent par leur stabilité des acides dérivés de la fonction alcoolique.

» D'après l'ensemble de ces observations, l'anhydride humique participe

à la fois des propriétés des anhydrides acides et des anhydrides alcooliques et il est comparable à certains égards aux lactones. Il tend donc à rentrer dans les cadres connus de la Chimie organique. C'est d'ailleurs ce que son origine, en tant que dérivé des glucoses, aldéhydes-alcools polyatomiques, permettait de prévoir. En tous cas, le rôle des matières humiques dans la végétation pour la fixation de l'azote, aussi bien que pour la fixation des alcalis, tire des expériences actuelles une nouvelle lumière. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *De l'origine des cellules du pus et du rôle de ces éléments dans les tissus enflammés;* par M. **L. Ranvier**.

« L'étude histologique du grand épiploon normal ou expérimentalement enflammé (voir *Comptes rendus*, 20 avril 1891) m'a conduit à rechercher l'origine et la signification physiologique des cellules du pus.

» A l'époque où l'on croyait que toutes les cellules se formaient dans un blastème, comme des cristaux dans une solution saturée, on admettait ce mode de formation pour les cellules du pus aussi bien que pour les autres cellules.

» Plus tard, lorsque Virchow, probablement inspiré par Bichat, fit dériver toutes les néoformations pathologiques du tissu conjonctif, on crut que les cellules du pus provenaient des cellules conjonctives proliférées.

» Il y a vingt-cinq ans à peu près, Cohnheim, ayant repris les observations de Dutrochet et de Waller sur le passage des globules sanguins à travers la paroi vasculaire et ayant donné beaucoup d'éclat et une grande publicité à ses recherches, fit admettre à tous les histologistes que les cellules du pus ne sont autre chose que des globules blancs du sang, sortis des vaisseaux au moment même où se produit la suppuration.

» Aujourd'hui, ce mécanisme de la formation du pus, connu sous le nom de *diapédèse*, est généralement accepté. Il est cependant difficile de croire qu'il puisse sortir du sang, en un temps relativement court, cette quantité énorme de pus que l'on observe dans certaines maladies infectieuses, l'infection purulente des blessés et des opérés, par exemple.

» La diapédèse est un phénomène réel. Personne ne peut songer à la mettre en doute. Elle se produit à l'état normal. Elle est plus abondante dans certains états pathologiques qui ne relèvent pas de l'inflammation, par exemple dans l'œdème déterminé par la ligature des veines et la section

des nerfs ([1]). Dans le processus inflammatoire, elle est encore plus accusée. Mais, de ce que les cellules lymphatiques peuvent sortir du sang pour constituer des cellules de pus, il n'en résulte pas que toutes les cellules du pus proviennent de la diapédèse.

» Le but de cette Communication est précisément de montrer qu'elles ont une autre origine.

» Dans le grand épiploon de divers Mammifères : Chien, Chat, Lapin, Cochon d'Inde, Rat, préparé par l'application méthodique de l'acide osmique et des violets de méthyle (*Comptes rendus*, 20 avril 1891), on observe, dans la charpente conjonctive de la membrane, des cellules migratrices et des clasmatocytes. Ces derniers éléments dérivent des cellules migratrices qui ont perdu leur activité amiboïde et se sont fixées, ainsi que je l'ai dit dans une Note antérieure.

» Les clasmatocytes des Mammifères, comme ceux des Batraciens, ont des prolongements qui ne s'anastomosent pas entre eux et qui se terminent par des extrémités mousses; mais, sous l'influence du violet 5B ou du violet hexaéthylé, ils ne prennent pas une teinte aussi caractéristique, bien qu'ils se colorent fortement ([2]).

» Vingt-quatre heures après avoir pratiqué une injection intra-péritonéale de nitrate d'argent à 3 pour 1000, on constate, dans le grand épiploon, préparé comme il a été dit plus haut, que les clasmatocytes ont presque entièrement disparu et qu'ils sont remplacés par un grand nombre de cellules lymphatiques. Entre les cellules qui ont conservé l'apparence des clasmatocytes et les cellules lymphatiques, on observe facilement, surtout dans les points où l'irritation n'a pas été trop forte, toutes les formes intermédiaires. Les clasmatocytes irrités sont redevenus embryonnaires, ils se sont transformés en leucocytes, puis ceux-ci se sont multipliés par le mécanisme de la division directe.

» Cette proposition est confirmée par des expériences simples que j'ai faites chez la grenouille. Après avoir ouvert largement la bouche de l'ani-

---

([1]) *Comptes rendus*, 20 décembre 1869.

([2]) On observe chez le Rat, dans les mailles du tissu conjonctif, principalement dans le voisinage des vaisseaux, des cellules arrondies, granuleuses, qui rentrent dans le type créé par Ehrlich, sous le nom de *Mastzellen*. Il existe des cellules analogues à l'état de liberté dans la sérosité péritonéale du même animal, ainsi que je l'ai montré dans une Communication antérieure. Elles manquent, aussi bien dans le tissu conjonctif que dans la cavité du péritoine, chez les autres Mammifères sur lesquels j'ai fait des expériences, c'est-à-dire : le Chien, le Chat, le Lapin et le Cochon d'Inde.

mal, j'introduis dans l'estomac un crochet mousse, et au moyen de tractions ménagées j'amène l'œsophage dans la cavité buccale. Alors, de deux choses l'une : ou je pratique une cautérisation ponctuée de l'œsophage avec un fer rouge, ou j'injecte, dans le sac périœsophagien, une goutte d'une solution de nitrate d'argent à 3 pour 1000. La grenouille est sacrifiée vingt-quatre heures après et la membrane périœsophagienne est examinée. Dans le premier cas, je constate que les clasmatocytes ont disparu en presque totalité dans le voisinage du point cautérisé; dans le second, que ces éléments sont remplacés presque partout dans la membrane par des cellules lymphatiques ordinaires.

» Ces expériences, comme celles que j'ai pratiquées chez les Mammifères, montrent que les clasmatocytes sont des éléments qui réagissent vivement et rapidement sous l'influence de l'irritation, et qu'ils se transforment en cellules lymphatiques avec la plus grande facilité. Or nous savons que les cellules lymphatiques, sous les mêmes influences, se multiplient par division en très peu de temps. Chez les Batraciens, j'ai vu cette multiplication se produire en moins d'une heure. Chez les animaux à sang chaud, il faut encore beaucoup moins de temps; quelques minutes suffisent. J'ai fait ces dernières expériences au moyen de la méthode du bain chaud, que j'ai imaginée l'année dernière, et j'en ai rendu témoins plusieurs personnes, entre autres le professeur Stirling, de Manchester, physiologiste bien connu.

» Je reviens à la péritonite expérimentale produite chez les Mammifères par l'injection de nitrate d'argent. Un jour après l'injection, le liquide péritonéal est abondant, louche, purulent et coloré en rose par des globules rouges du sang; il se coagule rapidement. Il n'y a là rien d'absolument différent de l'état physiologique, puisque la sérosité normale du péritoine contient des cellules lymphatiques, des globules sanguins et de la fibrine; mais tous ces éléments sont en plus grande abondance, et c'est ce qui donne à l'exsudat inflammatoire son aspect particulier.

» Je ne veux pas nier qu'une partie des cellules lymphatiques ou cellules du pus, que l'on trouve dans la sérosité purulente du péritoine et dans les interstices de l'épiploon, provient directement des vaisseaux par diapédèse; mais il me paraît hors de doute qu'il en vient aussi beaucoup, peut-être davantage, des clasmatocytes qui, sous l'influence de l'irritation, reviennent à l'état embryonnaire et prolifèrent. Je suis convaincu que tous ceux qui répéteront mes expériences seront de cet avis.

» Je passe maintenant à la seconde question que je me propose de traiter aujourd'hui : quel est le rôle des cellules du pus?

» Dans les nombreuses expériences que j'ai faites sur l'inflammation du grand épiploon, j'en relève deux qui sont fort instructives.

» Chez deux rats, j'ai injecté dans la cavité péritonéale six gouttes d'une solution de nitrate d'argent à 3 pour 1000. Ces animaux ont été sacrifiés, l'un au bout de vingt-quatre heures, l'autre au bout de trois jours. Chez le premier, il y avait une grande quantité de sérosité purulente dans la cavité du péritoine; chez le second, il n'y en avait pas, à tel point qu'il m'a été impossible d'en recueillir une goutte pour l'examiner au microscope.

» Donc les cellules de pus, une fois produites, doivent être résorbées, s'il ne se forme pas d'abcès, et, à une certaine période de l'inflammation, qui coïncide avec la réparation, il se peut que, dans les mailles des tissus, il y ait moins de cellules lymphatiques et moins de plasma qu'il n'y en a à l'état physiologique.

» L'observation microscopique de la sérosité péritonéale du premier rat, celui qui a été sacrifié au bout de vingt-quatre heures, conduit à comprendre quel est le rôle des cellules de pus dans les premières phases du processus inflammatoire. L'injection d'une solution de nitrate d'argent, liquide caustique, a déterminé la nécrose d'un grand nombre d'éléments cellulaires. Les éléments frappés de mort doivent être éliminés et le terrain nettoyé, pour que la réparation des tissus puisse s'effectuer utilement. Les cellules de pus paraissent destinées à jouer ce rôle éminemment utile.

» Déjà, dans mes recherches sur la dégénération et la régénération des nerfs sectionnés, j'ai montré que les cellules lymphatiques font disparaître la myéline de l'extrémité du segment central du nerf et préparent ainsi le travail de régénération.

» Ces dernières années, M. Metchnikoff a beaucoup insisté, avec juste raison, j'en suis convaincu, sur l'importance des cellules lymphatiques dans le combat de l'organisme contre les microbes. Dans l'inflammation simple, déterminée par les agents caustiques ou irritants, leur rôle n'est pas moindre. Il se traduit, dans l'expérience que j'analyse en ce moment, par un phénomène qui frappera tout observateur, alors même qu'il sera prévenu par les considérations que je viens de formuler : la plupart des cellules lymphatiques qui sont à l'état de liberté dans la sérosité péritonéale, ou sont maintenues à la surface du grand épiploon par des filaments de fibrine, sont chargées de débris de forme et de grandeurs variées. On y

observe aussi des globules rouges, des granulations graisseuses, des grains d'albuminate d'argent, etc. Je crois inutile de développer davantage les idées générales qui découlent des faits exposés dans cette Note. Tous les histologistes comprendront. »

MÉCANIQUE NAVALE. — *Sur le rendement des machines marines et celui des hélices. Méthode géométrique pour calculer le premier de ces rendements sans dynamomètre.* Note de M. **A. Ledieu** ([1]).

« I. On se préoccupe depuis quelques années de raffiner de plus en plus, comme du reste dans les autres branches de la Mécanique appliquée, l'appréciation de tous les éléments de fonctionnement des machines à vapeur et les moyens de les améliorer.

» Ainsi, surtout aux États-Unis, sous l'impulsion de M. Thurston ([1]), directeur du remarquable laboratoire du *Sibley College*, à Ithaque, les expériences suivantes sont devenues d'un usage courant :

» 1° Détermination directe de la chaleur de combustion rejetée dans l'atmosphère par la cheminée.

» 2° Calcul du calorique utilisé, d'après la quantité d'eau vaporisée.

» 3° Appréciation de l'intervention calorifique des parois des cylindres, à l'aide des diagrammes d'indicateur. De là et de 2° on déduit une corroboration du rendement du combustible déjà obtenu par la méthode 1°, puis le rendement calorifique de la machine, en même temps que l'on se rend compte de l'influence de ladite intervention suivant le système de la machine.

» 4° Mesure du travail sur les pistons à l'aide d'indicateurs délicats, et sur l'arbre de couche au moyen de dynamomètres de rotation ou de freins de Prony perfectionnés, capables d'absorber jusqu'à 600 chevaux.

» 5° Évaluation des vitesses des pièces au moyen d'indicateurs du nombre de tours, de takymètres à lecture instantanée, et enfin de chromographes inscripteurs, disposés pour s'atteler aussi aux tiges des pistons et donner la loi de leurs allées et venues.

» C'est au moyen des relevés obtenus avec les appareils de mesure in-

---

([1]) Cette Note avait été envoyée à l'Académie par M. Ledieu quelques jours avant son décès.

([2]) Voir l'Ouvrage de cet auteur, *Engine and Boiler Trials*. New-York; 1890.

diqués en 4° et 5°, qu'on détermine le rendement organique des machines de terre.

» II. En marine, rien ne s'oppose aux expériences suspécifiées pour trouver aussi le rendement du combustible ainsi que l'influence thermique des parois des cylindres; et plusieurs essais de l'espèce ont été exécutés. Mais les freins Prony étant inapplicables à bord, et d'ailleurs se trouvant, en général, de puissance trop limitée, il n'y a moyen d'obtenir le rendement organique qu'à l'aide de dynamomètres de rotation du type Taurines, expressément à ressorts; car les systèmes hydrauliques ne donnent rien de bon pour les rotations. Malheureusement, les meilleurs fabricants ne sauraient construire de tels instruments pour des forces de plus de 1000 chevaux *indiqués* (c'est-à-dire de 75^{kgm} à l'indicateur). Or la plupart des appareils marins actuels dépassent ce chiffre et même considérablement sur les derniers gros cuirassés, les grands croiseurs et les paquebots extra-rapides. A bord de ces bâtiments, la force totale atteint jusqu'à 18000 à 20000 chevaux avec hélices jumelles, ce qui donne 9000 à 10000 chevaux par machine simple, chiffre qui, du reste, n'a pas été dépassé avec les hélices uniques. Donc, en principe, les dynamomètres de rotation sont insuffisants aujourd'hui pour la mesure de la puissance sur l'arbre de couche de la plupart des machines marines.

» Si le travail des résistances passives et des pompes auxiliaires était constant et indépendant de la grandeur de la résistance utile, *au moins pour chaque marche*, on pourrait, en débrayant l'hélice et en réduisant l'introduction de vapeur, faire fonctionner la machine à l'allure considérée, et obtenir le travail en vue au moyen de l'indicateur. De là on tirerait facilement le rendement organique de la machine correspondant à cette allure.

» III. M. Thurston, d'après de nombreux essais, a pu établir que l'hypothèse précédente était acceptable pour de petites machines à diverses pressions et de différents systèmes, mais dont aucune ne dépassait 100 chevaux (1).

» Mais il n'en est plus de même pour les machines marines. Aussi n'est-il pas licite d'admettre que leur rendement organique r peut se calculer comme il vient d'être indiqué.

» Cependant la détermination de cet élément r serait précieuse en y

---

(1) *Études sur le frottement et le graissage des machines*, réparties dans une traduction (Bernard; 1887), dans le *Journal of the Franklin Institute* (1886-88) et dans le *Scientific American* (1888).

joignant le rendement r' des hélices, déduit de leur poussée d'après un bon dynamomètre, qui ici pouvant être du système hydraulique serait aussi puissant qu'il serait nécessaire. Les documents en question permettraient d'estimer simultanément la valeur du propulseur et du moteur; puis la poussée servirait encore à calculer le coefficient de résistance K de la carène.

» La connaissance de toutes ces données, du reste sensiblement variables avec le sillage, devient de plus en plus désirable pour apprécier la *performance* des navires, c'est-à-dire l'ensemble de leurs qualités nautiques, principalement au point de vue propulsif, eu égard à la force développée.

» IV. En l'état actuel des choses, les ingénieurs n'ont à leur disposition, pour l'étude des trois coefficients r, r' et K, que la relation évidente

$$(1) \qquad F \times r \times r' = \frac{KB^2V^3(0,514)^3}{75},$$

où F est la force indiquée, B^2 la surface immergée du maître couple en mètres carrés, et V la vitesse en nœuds.

» On tire de là un élément complexe, appelé l'*utilisation du navire*,

$$(2) \qquad M = V \times \sqrt[3]{\frac{B^2}{F}} = \frac{\sqrt[3]{75}}{0,514} \times \sqrt[3]{\frac{rr'}{K}}.$$

» Ce coefficient a été choisi comme se prêtant commodément à la prévision de la vitesse d'un bâtiment en projet d'après des navires similaires déjà construits et expérimentés, et comme facilitant la comparaison des navires entre eux pour leur *performance*.

» V. Au besoin, on peut recourir à une méthode graphique pour trouver, sans instrument, une valeur plus ou moins approchée du rendement r du moteur et de la poussée réelle p de l'hélice.

» Désignons par ϖ le pas de l'hélice, ρ son recul, N son nombre de tours à la minute, et par v la vitesse du navire *en mètres* à la seconde. Conservons d'ailleurs aux autres lettres les mêmes significations que ci-dessus. On a la série de relations suivantes :

$$(3) \qquad F \times 75 \times 60 \times r \times r' = p \times v = p \times N \times \varpi(1-\rho) = KB^2v^3,$$

$$(4) \qquad \frac{F \times 75 \times 60 \times r \times r'}{N \times \varpi(1-\rho)} = KB^2v^2.$$

» Posons $\frac{F \times 75 \times 60}{N \times \varpi} = P$, quantité que nous appellerons la *poussée*

indiquée. L'équation (4) deviendra

$$(5) \qquad P \times r = P - P(1 - r) = KB^2 \frac{1-\rho}{r'} v^2,$$

» On est libre de tirer de cette égalité l'équation d'une parabole, à savoir

$$(6) \qquad y - P_1(1 - r_1) = L_1 x^2.$$

avec $L_1 = \frac{K_1 B^2 (1-\rho_1)}{r'_1}$, et K_1, ρ_1, r'_1, P_1 et r_1 correspondant à l'expérience où l'on aura relevé F_1, N_1 et v_1.

» Chaque allure essayée de la machine fournira une pareille parabole. Eu égard à la très faible variation de L_1 et de $P_1(1 - r_1)$ avec les changements de vitesse, l'enveloppe de toutes ces paraboles pourra être regardée comme se confondant avec la courbe qui se tracera à la main en déterminant un certain nombre de points, dont les abscisses seront les vitesses v des diverses allures, et les ordonnées, les poussées *indiquées* P correspondantes.

» Cela posé, menons graphiquement par le point (P_1, v_1), par exemple, une droite tangente à cette dernière courbe. Cette droite sera aussi une tangente à la parabole (6); et nous servira, sans qu'il soit besoin de tracer celle-ci, à déterminer graphiquement aussi la quantité $P_1(1 - r_1)$, incluse dans son équation. Cette quantité est, en effet, l'ordonnée du sommet de la parabole située d'ailleurs sur l'axe des y. Or, comme il est facile de le démontrer, la tangente horizontale menée par ce sommet rencontre, en principe, la première tangente en un point qui a pour abscisse la moitié de l'abscisse du point de contact (P_1, v_1), et d'où il suffira, par conséquent, de mener une parallèle à l'axe des x pour avoir ladite horizontale. Il importe de noter qu'en général les sommets des diverses paraboles instantanées seront distincts, et échelonnés le long des axes des y, tout en ne pouvant être parfois très rapprochés. Il va de soi que, pour obtenir une certaine exactitude dans les résultats, il faudra exécuter les tracés à grande échelle.

» Une fois $P_1(1 - r_1)$ connu, on en tirera le rendement r_1 de la machine propre à la marche considérée; et l'on opérera de même pour chaque allure. Quant au rendement r'_1 du propulseur, il restera engagé dans la relation

$$(8) \qquad \frac{P_1 \times r_1 \times r'_1}{(1 - \rho_1)} = p_1,$$

et l'on ne pourra l'obtenir. Toutefois, il sera possible de tirer de là une valeur approchée de p_1, en supposant que, d'une manière générale, $\frac{r'}{1-\rho} = 1$, ce qui revient à admettre que le frottement de l'eau contre les ailes de l'hélice est négligeable.

» La méthode géométrique que nous venons d'exposer ([1]) ne saurait jamais donner, même pour r, que des valeurs peu rigoureuses; car ces valeurs sont notablement affectées par les erreurs inévitables sur le tracé graphique des tangentes employées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. *de Tchihatchef*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. le Prince Albert de Monaco obtient. .	38 suffrages.
M. le général de Tillo.	9 »
M. Fridtjof Nansen.	2 »
M. Schweinfurth.	1 »

Il y a deux bulletins blancs.

M. le Prince **Albert de Monaco**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

([1]) Froude, en Angleterre, avait proposé une méthode analogue. Mais son exposé est incomplet, obscur et inexact. Ainsi il n'a pas tenu compte de la variabilité de K et, dès lors, de la nécessité de considérer des paraboles *instantanées*, au lieu de regarder la courbe tracée à la main comme une parabole rigoureuse et unique. Or ceci suppose implicitement que, même dans le cas où K serait réellement constant, toutes les paraboles instantanées n'en feraient qu'une, ce qui est faux, et revient à admettre gratuitement, que $(1-r)$ est une quantité fixe pour toutes les marches. De plus, au lieu d'employer les v pour abscisses, Froude a pris les N, ce qui est la conséquence d'une mauvaise interprétation du rendement de l'hélice.

CORRESPONDANCE.

ÉLECTRICITÉ. — *Constante diélectrique du mica*. Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« En opérant sur des condensateurs en mica de bonne construction (microfarad Carpentier), j'ai prouvé (¹) que la capacité de ces étalons varie peu avec la durée de charge, même quand on réduit celle-ci à $\frac{1}{500}$ de seconde, par exemple. J'ai d'ailleurs indiqué une formule qui permet de calculer ces variations ou *résidus* à l'aide de deux observations sur chacune des capacités à utiliser.

» M. Carpentier ayant bien voulu mettre à ma disposition les lames de mica qu'il emploie, j'ai cherché s'il est possible de caractériser complètement leurs propriétés diélectriques à l'aide d'une ou de plusieurs constantes. L'étude des étalons avait établi que la variation de capacité entre $0'',1$ et $1''$ est, en général, inférieure à $\frac{1}{200}$; il y avait lieu de chercher si, dans les mêmes limites et au même degré d'approximation, on peut attribuer au mica une constante diélectrique invariable, c'est-à-dire si la capacité de lames de surface utile S et d'épaisseur e quelconques sont fidèlement représentées par la formule

$$c = \frac{kS}{4\pi e}, \tag{1}$$

avec une valeur constante de k.

» L'épaisseur e était toujours inférieure à $0^{cm},01$, S supérieur à 50^{cq}. Au degré d'approximation accessible, il était donc superflu de recourir à l'artifice de l'anneau de garde, et l'on avait le droit d'appliquer la formule (1) en prenant pour S la totalité de la surface armée. Les mesures ont été effectuées par une méthode très simple, fondée sur l'emploi de l'électromètre capillaire de M. Lippmann et d'un microfarad auxiliaire : elle dérive immédiatement de celles que j'ai appliquées à la mesure des résidus.

» Les lames à étudier étaient d'abord argentées par le procédé Martin; on enlevait l'argent sur les bords à l'aide d'acide azotique, et, par des lavages et des dessiccations répétées, on débarrassait le plus possible leur

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1362.

surface libre de toute trace d'électrolytes. Enfin, on vernissait les bords à la gomme laque et l'on desséchait à 140°. Voici les valeurs de k obtenues :

S.	e.	k.
cq 49,50	μ 14,75	7,91
65,34	29,09	8,00
65,11	34,88	
66,41	50,75	7,91
64,15	89,00	8,09
	Moyennes	7,98

» Dans une direction normale aux plans de clivage, *le mica possède donc une constante diélectrique bien déterminée*, pour laquelle nous adopterons le nombre 8. On remarquera que ce nombre est plus de trois fois supérieur au carré de l'indice moyen du mica et que, d'après ce qui précède, l'écart diminuerait peu si l'on abaissait la durée de charge à $\frac{1}{500}$ de seconde.

» Si l'on cherche à déterminer la constante diélectrique du mica à l'aide de lames étamées, on obtient des valeurs de k très discordantes et beaucoup trop faibles. De plus, toutes ces lames augmentent de capacité dans un rapport considérable quand on les charge de poids. Ces effets sont dus à l'interposition d'une couche d'air irrégulière entre l'étain et le mica. Admettons pour cette double couche une épaisseur moyenne de 5^{μ} seulement; elle équivaut à une épaisseur de mica huit fois plus forte (¹) et sa présence réduira à moitié la constante diélectrique apparente d'une lame de mica d'épaisseur égale à 40^{μ}. Il suffit de rétablir la continuité entre le mica et l'étain par l'interposition d'une goutte d'eau distillée ou d'alcool absolu (²) pour retrouver la constante diélectrique normale. On retrouve la même constante en faisant flotter sur du mercure bien sec une cuvette de paraffine remplie de mercure et fermée à sa base par une lame de mica préalablement bien desséchée.

» En ce qui concerne les résidus, il ne semble pas y avoir entre les diverses lames que j'ai étudiées de différence spécifique. Mais, pour une

---

(¹) Il suit de là que dans la construction des étalons montés à l'étain, on emploie beaucoup plus de mica qu'il n'est nécessaire, ce qui augmente, sans profit, leur volume et leur poids.

(²) Cette expérience de démonstration exige des précautions spéciales pour éviter que l'électrolyte introduit n'atteigne les bords : elle ne se prête pas à des mesures précises.

même lame argentée, le résidu varie dans des proportions si énormes avec l'état de la couche superficielle de mica non armé, qu'il est impossible d'être absolument affirmatif à cet égard. Ainsi, il suffit parfois d'un simple lavage à grande eau, suivi d'une dessiccation de dix minutes à 140°, pour réduire au quart le résidu d'une lame déjà portée pendant plusieurs heures à la même température. *L'origine incontestable des grands résidus est l'électrolyse de traces de substances étrangères localisées dans la couche superficielle.*

» Par des tâtonnements répétés, je suis toujours arrivé à réduire le résidu formé entre deux secondes et cinq minutes de charge à des valeurs variant de $\frac{1}{60}$ à $\frac{1}{100}$ de la charge principale; c'est à peu près la moitié du résidu fourni par les diverses subdivisions du microfarad Carpentier que j'avais étudié précédemment. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un moteur à courants alternatifs.* Note de MM. **Maurice Hutin** et **Maurice Leblanc**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous sommes parvenus à constituer un moteur pour courants alternatifs qui, bien que dépourvu de tout commutateur, est susceptible d'utiliser un courant alternatif ordinaire débité par une ligne unique, et dans lequel le couple développé est indépendant de la vitesse de rotation, comme cela a lieu pour les machines à courants continus munis de collecteurs.

» Il se compose de deux anneaux : l'un fixe et l'autre mobile. Chacun est recouvert de deux circuits distincts, comportant $2n$ bobines. L'enroulement est fait de telle manière qu'un courant lancé dans chaque circuit y développe $2n$ pôles alternativement positifs et négatifs. Les deux circuits de chaque anneau sont disposés symétriquement l'un par rapport à l'autre. Les deux circuits mobiles peuvent être fermés individuellement sur deux résistances sans self-induction, variables à volonté. Les deux circuits fixes sont montés en dérivation entre les bornes d'arrivée et de départ du courant alternatif que l'on veut utiliser. Les conducteurs enroulés sur chacun d'eux n'ont pas la même section; enfin, l'un d'eux est coupé par un condensateur.

» Nous allons démontrer qu'en disposant convenablement du rapport des sections des fils enroulés sur les deux circuits fixes, de la capacité du condensateur et en faisant varier, suivant une certaine loi, les résistances sur lesquelles sont fermés les circuits mobiles, on développera sur l'axe de la machine un couple moteur dont l'intensité sera indépendante de sa vitesse. Nous appellerons :

M_1, M_2, M'_1, M'_2 les coefficients d'induction mutuelle des quatre circuits; L, L' les coefficients de self-induction des circuits fixes; Λ celui de chaque circuit mobile; R, R' les résistances des circuits fixes; ρ celle de chaque circuit mobile; I, I', J, J' les intensités des courants dans les circuits fixes et mobiles; $2n$ le nombre des pôles de chacun des circuits; Ω la vitesse de rotation et T la période du courant utilisé.

» Nous supposerons d'abord que les conducteurs enroulés sur les deux circuits fixes aient même section. Nous aurons alors $R = R'$, $L = L'$, et, en désignant par μ une constante,

$$M_1 = \mu \sin 2\pi(n\Omega)t,\quad M_2 = \mu \cos 2\pi(n\Omega)t,\quad M'_1 = \mu \cos 2\pi(n\Omega)t,\quad M'_2 = -\mu \sin 2\pi(n\Omega)t.$$

» *Intensités* I *et* I'. — Nous supposerons que, par un procédé quelconque, on ait établi une différence de phases de $\frac{1}{4}$ d'onde entre les variations de ces deux intensités, que ces variations aient même amplitude A et que l'on puisse écrire

$$I = A \sin 2\pi \frac{t}{T},\qquad I' = A \cos 2\pi \frac{t}{T}.$$

» *Intensités* J *et* J'. — Nous aurons à chaque instant

$$O = \rho J + \Lambda \frac{dJ}{dt} + \frac{d}{dt}[M_1 I + M'_1 I'],\qquad O = \rho J' + \Lambda \frac{dJ'}{dt} + \frac{d}{dt}[M_2 I + M'_2 I'],$$

d'où, en posant $J_0 = \dfrac{2\pi\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]\mu A}{\sqrt{\rho^2 + 4\pi^2\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]^2 \Lambda^2}}$ $\operatorname{tang} 2\pi\varphi = 2\pi\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]\frac{\Lambda}{\rho}$,

$$J = J_0 \sin 2\pi \left\{\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]t - \varphi\right\},\qquad J' = -J_0 \cos 2\pi \left\{\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]t - \varphi\right\}.$$

» *Travail* $\mathfrak{T}$ *développé par la machine* (*par seconde*). — Nous aurons

$$\frac{d\mathfrak{T}}{dt} = J\left[I \frac{dM_1}{dt} + I' \frac{dM'_1}{dt}\right] + J'\left[I \frac{dM_2}{dt} + I' \frac{dM'_2}{dt}\right],$$

d'où

$$\mathfrak{T} = \frac{4\pi^2(n\Omega)\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]\rho\mu^2}{\rho^2 + 4\pi^2\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]^2\Lambda^2} A^2.$$

» Ce travail sera maximum si nous faisons $\rho = 2\pi\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]\Lambda$. Nous aurons alors

$$\mathfrak{T} = \pi(n\Omega)\frac{\mu^2}{\Lambda} A^2.$$

» *Forces électromotrices nécessaires pour déterminer le passage des courants d'intensités* I *et* I'. — Nous aurons, en faisant $\rho = 2\pi\left[\frac{1}{T} - (n\Omega)\right]\Lambda$,

$$E = RI + L\frac{dI}{dt} + \frac{d}{dt}[M_1 J + M_2 J'] = \left[R + \frac{2\pi}{T}\frac{\mu^2}{2\Lambda}\right]A \sin 2\pi \frac{t}{T} + \frac{2\pi}{T}\left[L - \frac{\mu^2}{2\Lambda}\right]A \cos 2\pi \frac{t}{T},$$

$$E' = RI' + L\frac{dI'}{dt} + \frac{d}{dt}[M'_1 J + M'_2 J'] = \left[R + \frac{2\pi}{T}\frac{\mu^2}{2\Lambda}\right]A \cos 2\pi \frac{t}{T} - \frac{2\pi}{T}\left[L - \frac{\mu^2}{2\Lambda}\right]A \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

» Posons, pour simplifier l'écriture,

$$E = uA \sin 2\pi \frac{t}{T} + vA \cos 2\pi \frac{t}{T}, \qquad E' = uA \cos 2\pi \frac{t}{T} - vA \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

» Les quantités u et v sont indépendantes de la vitesse Ω.

» Supposons maintenant que, tout en enroulant le même poids de cuivre sur chacun des deux circuits fixes et faisant en sorte que la densité des courants soit la même dans les deux conducteurs, on donne une section k fois plus grande au conducteur du premier circuit fixe qu'à celui du second, et que l'on coupe le second circuit fixe par un condensateur de capacité c.

» Faisons passer un courant d'intensité $I = A \sin 2\pi \frac{t}{T}$ dans le premier circuit fixe, et un courant d'intensité $I' = \frac{A}{k} \cos 2\pi \frac{t}{T}$ dans le second circuit fixe, nous aurons

$$E = uA \sin 2\pi \frac{t}{T} + vA \cos 2\pi \frac{t}{T}, \qquad E' = kuA \cos 2\pi \frac{t}{T} - \left[kv - \frac{T}{2\pi ck}\right] A \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

» Pour que le courant qui alimente la machine se décompose naturellement en deux courants d'intensités convenables dans chacun de ses circuits fixes, il faut et il suffit que l'on ait

$$E = E', \qquad \text{d'où} \qquad K = \frac{v}{u}, \qquad c = \frac{T}{2\pi} \frac{u^2}{v} \frac{1}{u^2 + v^2}.$$

» *Force électromotrice nécessaire aux bornes de la machine et effets de self-induction.* — La force électromotrice nécessaire aux bornes de la machine a pour expression $E = uA \sin 2\pi \frac{t}{T} + vA \cos 2\pi \frac{t}{T}$. L'intensité X du courant débité par la ligne est $X = A\left(\sin 2\pi \frac{t}{T} + \frac{1}{k} \cos 2\pi \frac{t}{T}\right)$. Désignons par r la résistance effective de la machine et par l son coefficient de self-induction apparent, nous aurons

$$E = rX + l\frac{dX}{dt}, \qquad \text{d'où} \qquad r = u\frac{2v^2}{u^2 + v^2}, \qquad \frac{2\pi}{T} l = \frac{v(v^2 - u^2)}{u^2 + v^2}.$$

» On pourra annuler complètement les effets de self-induction en intercalant, dans la ligne qui alimente la machine, un deuxième condensateur de capacité $c' = \frac{T}{2\pi} \frac{u^2 + v^2}{v(v^2 - u^2)}$.

» Il suffit de régler une fois pour toutes les valeurs du coefficient k et de la capacité c. Pour mettre la machine en marche, il faut introduire des résistances convenables dans chacun des circuits mobiles et les diminuer successivement, au fur et à mesure que la vitesse augmente.

» Si, pendant ce temps-là, on maintient une différence de potentiels constante entre les bornes de la machine, le couple moteur développé sur son axe est aussi constant. Lorsque toutes les résistances ont été suppri-

mées, la vitesse continue à augmenter, mais le couple moteur décroît très rapidement. Alors, pourvu que le couple résistant opposé au mouvement de la machine ait une valeur plus petite que celle donnée par l'expression $\pi(n)\frac{\mu^2}{\Lambda}A^2$, le fonctionnement de la machine doit être parfaitement stable.

» Un moteur de ce système a été construit et l'expérience a complètement justifié la théorie précédente. Ce moteur démarre en charge avec la plus grande facilité et, une fois mis en vitesse, fonctionne avec une régularité parfaite tant que le couple résistant opposé à son mouvement n'est pas supérieur aux $\frac{2}{3}$ de la valeur maxima donnée par le calcul pour son couple moteur.

» Ce moteur avait été étudié pour fonctionner avec un courant de 120 périodes par seconde, et devait faire, dans ces conditions, 20 chevaux avec un rendement de 88 pour 100. Nous n'avons pu nous procurer de génératrice fournissant un courant de plus de 75 périodes par seconde : le moteur a fourni avec ce courant environ 11 chevaux avec un rendement de 78 pour 100. Il convient, avec ce système, d'employer des courants alternatifs de grande fréquence. »

CHIMIE. — *Études quantitatives sur l'action chimique de la lumière*. Première partie : *Mesure de l'absorption physique*. Note de M. Georges Lemoine.

« J'ai étudié numériquement, dans des conditions très variées, l'action chimique de la lumière et établi des lois de coordination entre mes différentes expériences. Le réactif employé est le mélange de chlorure ferrique et d'acide oxalique

$$2Fe^2Cl^3 + C^4H^2O^8 = 4FeCl + 2HCl + 4CO^2.$$

» La première difficulté pour une étude approfondie est l'absorption physique que subit la lumière en traversant ce réactif. Il est jaune rougeâtre. Au spectroscope, il laisse passer le rouge et le jaune, mais il absorbe, progressivement avec l'épaisseur, le bleu et même le vert.

» *Méthode chimique pour mesurer les absorptions.* — Deux cuves à faces parallèles, identiques, contenant le réactif, reçoivent respectivement la lumière solaire, directe ou ayant traversé le milieu quelconque dont on cherche l'absorption. On compare les deux décompositions.

» Pour doser dans 10^{cc} le chlorure ferreux formé, on traite une heure par 2^{gr} de

carbonate de chaux précipité qui retient $C^4H^2O^8$ et Fe^2O^3 : on filtre rapidement, on lave à l'eau bouillie, on verse du permanganate de potasse titré.

» *Distinction entre les transmissions réelle et apparente.* — Cette expérience donnerait immédiatement l'absorption si la lumière était homogène, ou si, avec une lumière complexe, le réactif servant de témoin n'avait qu'une épaisseur infiniment mince. On se rapproche de cette dernière condition avec un mélange très dilué (liquides $\frac{1}{10}$ normaux dans les cuves de 1^{mm}); seulement la sensibilité des mesures est alors très restreinte.

» Dans le cas général, les différentes radiations agissent très inégalement sur notre réactif coloré. Le jaune impressionne les dernières couches presque autant que les premières : avec le bleu, l'action, quoique très énergique, est presque limitée aux premières couches. L'ensemble des réactions ne donne donc qu'une *transmission apparente*. On va voir que le calcul peut ramener ce cas à celui d'une cuve infiniment mince, et réciproquement.

» Comme définition de l'intensité lumineuse, je prends la décomposition de l'unité de poids du mélange actif, en choisissant cette unité assez petite pour que, quelle que soit la concentration de sa dissolution, l'absorption physique de la lumière la traversant soit négligeable : ce sera, par exemple, un millionième de milligramme.

» *Calcul des transmissions.* — Soit une lumière composée d'une série de radiations d'intensités n, n', n'', ... et soit I la somme de ces intensités. Un milieu absorbant quelconque d'épaisseur l réduira chaque radiation n à na^l. Les intensités totales, à l'entrée et à la sortie, seront donc

(1) $$I = n + n' + n'' + \ldots,$$
(2) $$i = na^l + n'a'^l + n''a''^l + \ldots.$$

» La transmission réelle est $\frac{i}{I}$, l'absorption $\left(1 - \frac{i}{I}\right)$.

» Dans une première série d'expériences, nous comparons ces intensités i et I par leurs actions chimiques sur notre réactif très dilué placé dans des cuves très minces. En faisant des mesures pour un nombre suffisant de valeurs de l, nous pourrons déterminer approximativement n, n', ... correspondant à a, a', ... Ce sera une première valeur provisoire de la transmission.

» Faisons maintenant passer les lumières I et i dans le réactif contenu dans deux rectangles d'épaisseur quelconque λ. Ce réactif, dont nous négligions tout à l'heure l'absorption, en exerce une, pour chaque radiation, d'après une loi particulière α^λ. Cette radiation d'intensité n y décompose $n\,d\lambda$ dans la première couche, $n\alpha^\lambda d\lambda$ dans la dernière : pour l'ensemble de toute l'épaisseur λ, la décomposition totale est $n\int_0^\lambda \alpha^\lambda d\lambda$. Chacune des radiations agit suivant la loi qui lui est propre. Dès lors, les

décompositions effectuées par les lumières I et i seront respectivement

$$(3) \qquad S = n\int_0 \alpha^\lambda d\lambda + n'\int_0^\lambda \alpha'^\lambda d\lambda + \ldots,$$

$$(4) \qquad s = na^l\int_0^\lambda \alpha^\lambda d\lambda + n'a'^l\int_0^\lambda \alpha'^\lambda d\lambda + \ldots,$$

qui se réduisent à I et i si $\lambda = 0$.

» La transmission apparente est $\frac{s}{S}$.

» Bornons-nous enfin au cas spécial où le milieu, dont on mesure l'absorption, est le chlorure ferrique. Si sa concentration est telle qu'il ait la même transparence que le mélange de chlorure ferrique et d'acide oxalique pris comme témoin [1], on a

$$a = \alpha.$$

» Si le mélange actif employé est plus dilué que le précédent, on remarque qu'une même absorption correspond à une épaisseur proportionnelle à la dilution : ainsi, avec des liquides dix fois plus dilués, $a^{10\lambda}$ devra remplacer a^λ dans la formule pour que les effets soient les mêmes.

» On voit qu'on peut maintenant calculer la transmission apparente correspondant à la seconde série d'expériences (3) et (4), d'après la transmission réelle correspondant à (1) et (2). S'il y a identité avec l'observation, c'est que les formules primitives (1) et (2) sont exactes. S'il y a une différence, on en retouchera les constantes pour faire un calcul de seconde approximation, et ainsi de suite. La formule, une fois établie, doit vérifier toutes les autres expériences faites pour un même état de l'atmosphère.

» En pratique, une formule de coordination à 4 termes est suffisante. Les intégrations se font facilement, car $\int_0^\lambda a^\lambda d\lambda = \frac{a^\lambda}{\mathrm{L}a} - \frac{1}{\mathrm{L}a}$.

» Dans la plupart des expériences, j'ai pris pour témoin le mélange de liquides actifs $\frac{1}{2}$ normaux dans des cuves de 4^m : les expériences avec les liquides $\frac{1}{10}$ normaux, dans des cuves de 1^m, n'ont fait que diriger les calculs.

» *Résultats des expériences faites sur le chlorure ferrique avec la lumière du soleil.* — Les absorptions varient avec l'état de l'atmosphère, mais assez peu lorsqu'on est dans la belle saison, avec un ciel bien pur, entre 10^h et 3^h. Voici quelques spécimens de mes expériences : je les rapproche des résultats d'une formule de coordination approchée, se rapportant au chlorure

---

(1) L'expérience montre que l'acide oxalique en dissolution a ici la même transparence que l'eau, de sorte que le mélange de Fe^2Cl^3 et de $C^4H^2O^8$ normaux équivaut optiquement à Fe^2Cl^3 $\frac{1}{2}$ normal.

ferrique $\frac{1}{2}$ normal

$$i = 0,01(0,986)^l + 0,07(0,40)^l + 0,13(0,10)^l + 0,79(10^{-10})^l.$$

		Epaisseurs l :				
	Transmissions pour 100 de lumière incidente.	1.	4.	10.	25.	65min.
Fe^2Cl^3 $\frac{1}{2}$ normal	i élémentaires, avec cuves infiniment minces : théorie.	5,1	1,1	0,9	0,7	0,4
	avec cuves de 1m et liquides $\frac{1}{10}$ normaux : théorie	9,6	2,2	1,7	1,4	0,8
	» EXPÉRIENCE..	**10**	**3**	**2**	»	»
		6	**5**	**2**	**0,8**	**0,7**
	avec cuves de 4m et liquides $\frac{1}{2}$ normaux : théorie......	28,6	11,1	9,3	7,5	4,3
	» EXPÉRIENCE..	**24**	**11**	**6**	»	»
		33?	**10**	**6**	»	»
Fe^2Cl^3 $\frac{1}{20}$ normal	i élémentaires, avec cuves infiniment minces : théorie.	25,6	11,0	5,1	1,7	0,9
	avec cuves de 1m et liquides $\frac{1}{10}$ normaux : théorie	38,7	18,4	9,6	3,4	1,8
	» EXPÉRIENCE.	**38**	**22**	**9**	**3,5**	**0,7**
	avec cuves de 4m et liquides $\frac{1}{2}$ normaux : théorie.. ...	72,2	49,2	28,6	10,8	9,8
	» EXPÉRIENCE.	**77**	**55**	**37**	?	**6**
		68	**51**	**35**	»	»
Fe^2Cl^3 quadrinormal	i élémentaires, avec cuves infiniment minces : théorie.	0,9	0,6	0,3	0,1	0
	avec cuves de 4m et liquides $\frac{1}{2}$ normaux : théorie......	9,6	6,8	3,5	0,7	0
	» EXPÉRIENCE..	**10**	**5**	**4**	**3**	»

» *Expériences avec des lumières colorées.* — Voici, à titre de comparaison, les formules semblables correspondant aux lumières bleue et jaune :

Bleu (eau céleste). $i = 0,002(0,986)^l + 0,033(0,40)^l + 0,075(0,10)^l + 0,89(10^{-10})^l$
Jaune (KO, CrO^3). $i = 0,85\ (0,986)^l + 0,15\ (0,40)^l$.

» Notre réactif impressionnable équivaut, comme transparence, à du chlorure ferrique dilué : ces mesures nous permettront donc de calculer l'absorption physique qu'il fait subir à la lumière et de ramener l'action chimique à une épaisseur infiniment mince. »

CHIMIE. — *Action exercée par la présence des sels haloïdes de potassium sur la solubilité du sulfate neutre de potassium.* Note de M. **Ch. Blarez.**

« 1. La solubilité du sulfate neutre de potassium dans l'eau croît à peu près comme la température. On peut, dans des limites comprises entre 0° et 30°, représenter la quantité dissoute dans 100 parties par la formule

$$(1) \qquad Q\theta = 8,5 + 0,12\theta.$$

» 2. Lorsqu'on ajoute, à une solution saturée de ce sel, une très petite quantité d'un sel haloïde de potassium, il y a une certaine quantité de

sulfate insolubilisée, inférieure toutefois à la quantité pondérale du sel de potassium ajouté à la solution.

» Exemples :

100^{cc} d'eau à 14° ont dissous				10^{gr},16 de SO^4K^2
»	additionnés de $0^{gr},20$ de KCl ont dissous			10,02 »
»	»	$0^{gr},40$	»	9,84 »
»	»	$0^{gr},60$	»	9,70 »
»	»	$0^{gr},80$	»	9,58 »

» En augmentant la dose de chlorure, la somme des sels dissous augmente continuellement jusqu'au moment où une action inverse se produit, c'est-à-dire lorsque le sulfate commence à agir sur la solubilité du chlorure de façon à l'insolubiliser en partie. Le bromure et l'iodure de potassium agissent de la même manière.

» Il n'y a pas une relation simple entre la quantité de sulfate restée dissoute et le poids total du sel de potassium ajouté; mais cette relation simple existe si l'on fait intervenir une fraction seulement du poids du sel étranger: la moitié environ lorsqu'il s'agit du chlorure, le tiers pour le bromure et le quart pour l'iodure. Ce sont, au reste, là les proportions approximatives de potassium contenues dans chacun de ces composés.

» 3. Les expériences suivantes ont été faites à la température de 14° avec des quantités croissantes de bromure de potassium; elles vont montrer que la somme du sulfate de potassium resté en dissolution et du potassium du bromure ajouté est à peu près constante.

KBr pour 100.	K correspondant.	SO^4K^2 dissous pour 100.	Somme $SO^4K^2 + K$.
1	0,327	9,43	9,76
2	0,654	9,10	9,75
3	0,980	8,34	9,32
4	1,308	8,14	9,45
6	1,960	7,52	9,48
8	2,616	6,56	9,15
12	3,924	5,62	9,54
		Moyenne	9,49

» Donc on peut dire

$$SO^4K^2 \text{ dissous} = \text{constante} - K \text{ de sel ajouté.} \tag{2}$$

» 4. Ce nombre constant varie avec la température. Pour étudier ces variations, nous avons cherché la courbe de solubilité du sulfate de po-

tassium dans une solution à 6gr,10 pour 100 de bromure de potassium, c'est-à-dire la quantité de ce sel renfermant 2gr de potassium.

» Entre 0° et 30°, cette courbe est à peu près une ligne droite calculable par la formule très simple et très approchée que voici :

$$(3) \qquad Q_\theta = 5,5 + 0,1417\theta.$$

» En ajoutant à cette expression le nombre 2 qui correspond à la proportion de potassium contenu dans les 6gr,10 de bromure, nous avons la valeur de notre constante pour toutes les températures comprises entre 0° et 30° :

$$(4) \qquad \text{constante à } \theta^\circ = 7,5 + 0,1417\theta.$$

» En portant cette valeur dans la formule (2), nous avons

$$(5) \qquad SO^4K^2 \text{ dissous à } \theta = 7,5 + 0,1417\theta - K \text{ du sel ajouté.}$$

» 5. Si la formule ci-dessus est fonction de la température et du potassium du sel ajouté, nous pourrons calculer l'action exercée pour n'importe quel sel haloïde de potassium.

» Voici une série d'expériences de contrôle établies à cet effet, faites avec le chlorure, le bromure et l'iodure de potassium en proportions variables et à diverses températures :

Sel ajouté.	Quantité pour 100.	K correspondant.	Température.	Sulfate de potasse dissous pour 100. Trouvé.	Calculé.
KCl..........	1,91	1	12°,5	8,34	8,27
KCl..........	3,82	2	»	7,17	7,27
KCl..........	3,82	2	26	8,95	9,18
KCl..........	5,73	3	12,5	5,98	6,27
KCl..........	5,73	3	26	8,27	8,18
KBr..........	3,051	1	12,5	8,45	8,27
KBr..........	6,102	2	»	7,24	7,27
KBr..........	6,102	2	14	7,39	7,48
KBr..........	6,102	2	29	9,57	9,60
KBr..........	9,153	3	12,5	5,93	6,27
KI...........	4,256	1	»	8,27	8,27
KI...........	8,512	2	»	7,05	7,27
KI...........	12,768	3	»	5,79	6,27

» Les nombres trouvés et calculés, qui sont inscrits dans le Tableau

ci-dessus, ne sont pas absolument identiques; mais il faut faire la part des erreurs inhérentes à ces expériences très délicates; il faut tenir compte, en outre, de ce fait que la formule qui sert à faire le calcul n'est qu'approchée, et enfin qu'il y a d'autres causes perturbatrices qui agissent. Toutefois ces résultats sont assez nets pour bien montrer que, comme pour les solutions de bitartrate de potassium, l'action précipitante des sels haloïdes de potassium sur des solutions saturées de sulfate neutre de potasse est *proportionnelle à l'équivalent du sel ajouté.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isocinchonine.* Note de MM. **E. Jungfleisch** et **E. Léger.**

« Dans un Mémoire récent ([1]), M. Hesse exprime l'opinion que la substance qu'il a désignée en 1887 sous le nom d'*isocinchonine* est identique avec la cinchonigine, l'une des bases que nous avons obtenues par modification de la cinchonine ([2]), et il revendique la découverte de ce dernier composé. Nous nous proposons de montrer que cette opinion n'est pas conforme aux faits; nous dirons aussi quelques mots de la revendication, bien qu'elle présente un très faible intérêt, la cinchonigine ayant été aperçue à peu près simultanément par trois groupes de chimistes travaillant dans des directions très diverses, MM. Comstock et Kœnigs, MM. Caventou et Ch. Girard, et nous-mêmes.

» En 1887, dans une première publication, M. Hesse a consacré trois pages environ à l'action exercée par l'acide sulfurique sur plusieurs alcalis des quinquinas. Faisant agir à froid 10 parties d'acide concentré sur 1 partie de sulfate d'alcaloïde, il obtenait un produit qu'il considérait, sans publier d'analyse, il est vrai, comme un isomère de l'alcaloïde original et qu'il distinguait de celui-ci par le préfixe *iso*. Ce que M. Hesse écrivait alors de l'isocinchonine est assez court pour être traduit littéralement et complètement. « L'isocinchonine enfin, disait-il, se dissout très facilement dans » l'éther. Par évaporation de sa solution éthérée, il reste un résidu » amorphe, qui cependant se prend, après un temps court, en une masse » cristalline et rayonnée. » Ainsi donc, à cette époque, la matière soluble

---

([1]) *Annalen der Chemie,* t. CCLX, p. 213.
([2]) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 357.
([3]) *Annalen der Chemie,* t. CCXLIII, p. 131.

dans l'éther, que fournit la cinchonine traitée par l'acide sulfurique, était pour M. Hesse un principe défini, l'isocinchonine. C'est précisément la relation existant entre cette isocinchonine et la base que nous avons étudiée sous le nom de *cinchonigine* que nous avons à établir.

» L'action de l'acide sulfurique sur la cinchonine nous a donné trois alcalis solubles dans l'éther : la cinchonigine, la cinchoniline [1] et une base non dénommée, dont nous possédons une grande quantité, mais que nous n'avons pas encore décrite parce qu'elle est incristallisable, ainsi que ses sels. En modifiant de manières assez diverses le traitement qui produit ces composés, nous avons constaté qu'on change surtout leurs proportions respectives. Malgré quelques particularités dans sa production, l'isocinchonine, telle qu'elle a été définie dans la publication de M. Hesse antérieure aux nôtres, était donc pour nous très vraisemblablement un mélange des trois alcaloïdes précités. La conclusion contraire du récent travail du même chimiste nous a conduits à vérifier notre hypothèse en reproduisant exactement les circonstances expérimentales, d'ailleurs assez variées, indiquées par M. Hesse. D'une manière constante, nous avons pu isoler dans le produit soluble à l'éther les trois bases dont il s'agit. Nous préciserons par un exemple.

» On a dissous à froid 60^{gr} de sulfate de cinchonine *pur*, préalablement pulvérisé, dans 360^{gr} d'acide sulfurique pur et concentré. Le mélange, qui s'est d'abord échauffé spontanément, a été abandonné pendant vingt-quatre heures dans une pièce à 17°, puis versé dans l'eau froide. Après sursaturation par la soude et refroidissement, on a épuisé la masse par des agitations répétées avec l'éther. Après distillation, celui-ci a laissé l'isocinchonine de M. Hesse. Ce produit, dissous à chaud dans l'acide chlorhydrique dilué, a donné, après neutralisation et refroidissement, du chlorhydrate de cinchonigine; la liqueur, évaporée, a fourni de nouveau quelques cristaux du même sel. L'eau-mère sirupeuse contenait encore des alcalis en abondance; ceux-ci ont été mis en liberté par la soude, repris par l'éther et neutralisés par l'acide iodhydrique incolore; la liqueur, additionnée d'une nouvelle quantité du même acide un peu supérieure à celle exigée pour la neutralisation, a produit une abondante cristallisation d'iodhydrate neutre de cinchoniline, en cristaux d'un jaune vif. En répétant sur les bases de l'eau-mère iodhydrique les deux traitements successifs à l'acide chlorhydrique et à l'acide iodhydrique, on a séparé les petites quantités de cincho-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 657.

nigine et de cinchoniline ayant échappé au premier traitement. Le résidu contenait la base incristallisable.

» Les 60^{gr} de sulfate de cinchonine, contenant un peu plus de 48^{gr} de cinchonine, nous ont donné ainsi 14^{gr} de chlorhydrate de cinchonigine, soit 11^{gr},8 de cinchonigine et 24^{gr} d'iodhydrate neutre de cinchoniline, soit 12^{gr},7 de cinchoniline. Quant à la base incristallisable, elle était, comme d'ordinaire, notablement moins abondante.

» La matière à laquelle M. Hesse a donné le nom d'*isocinchonine*, dans la publication citée plus haut intégralement, la seule qui ait précédé les nôtres, est donc un mélange dont la cinchonigine forme beaucoup moins de la moitié. Elle ne constitue nullement un principe défini. Dans son nouveau Mémoire, publié plus de dix-huit mois après notre étude de la cinchonigine, M. Hesse, employant le même traitement que nous, sépare à l'état de chlorhydrate la cinchonigine dans son isocinchonine, et il l'identifie avec cette dernière : il prend évidemment la partie pour le tout. Or, la question d'antériorité qu'il pose en même temps ne saurait, sans cette identité, se juger conformément au désir de M. Hesse. Quoi qu'il en soit, nous attachons beaucoup moins d'intérêt à cette question qu'à l'utilité de ne pas laisser s'établir certaines confusions dans un sujet déjà difficile.

» La nouvelle étude de la cinchonigine ne diffère de la nôtre que par quelques détails sans importance, dont la discussion ne saurait trouver place ici. Les divergences entre les résultats de M. Hesse et les nôtres sont plus accentuées en ce qui concerne les bases de même origine, insolubles dans l'éther; nous les examinerons ultérieurement. Dès maintenant, cependant, nous dirons que nous ne pouvons admettre l'hypothèse au moyen de laquelle notre savant contradicteur les explique; il suppose gratuitement que notre matière première est le sulfate de cinchonine ordinaire du commerce, qu'elle contient de l'hydrocinchonine et que cette dernière est l'origine de tel de nos produits qu'il n'a pas réussi à isoler. Dès le début de nos recherches, la pureté de la cinchonine traitée a été reconnue indispensable; dès notre première Note, nous l'avons affirmée par une mention en italiques. D'ailleurs, comment pourrait-on attribuer avec vraisemblance à une base relativement abondante l'origine de principes que nous obtenons avec des rendements élevés et dont nous détruisons des quantités assez considérables dans des recherches poursuivies actuellement? »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un carbure de la série terpénique contenu dans les huiles du gaz comprimé.* Note de MM. **A. Étard** et **P. Lambert**, présentée par M. Schützenberger.

« L'industrie du gaz comprimé, dit *gaz portatif*, met surtout en œuvre, comme matière première, les huiles lourdes à paraffines des schistes bitumineux de la région d'Autun, plus rarement les produits analogues du boghead d'Écosse. Ces carbures sont pyrogénés au rouge-cerise dans de longs tubes en fonte et le gaz résultant comprimé dans des cylindres. Il se condense dans cette opération des liquides très légers tenant en dissolution des gaz tels que les butylènes, l'éthylène, l'érythrène, etc. Il nous a paru intéressant de rechercher si, dans les liquides précités, la partie bouillant au-dessus de 100°, et qui n'a été encore que très peu étudiée, ne contiendrait pas, elle aussi, des carbures incomplets.

» Nos expériences ont porté sur deux échantillons de 60^{lit} chacun, provenant l'un des paraffines d'Autun, l'autre des bog-head. Les substances obtenues dans les deux cas sont identiques; seule leur odeur peut être modifiée par des traces de mercaptans ou de carbylamines. Les carbures du gaz comprimé entrent en ébullition de + 20° à + 360° et il reste encore des goudrons.

» Par un premier fonctionnement, on sépare environ 60 pour 100 de benzine, 10 pour 100 de toluène, 6 pour 100 de carbures non saturés légers, et enfin 10 pour 100 d'huiles précédant immédiatement les résidus goudronneux et passant entre 140° et 190°.

» En poursuivant l'étude de la fraction 140°-190°, qui fait le principal objet de cette Note, on remarque l'impossibilité d'obtenir un point d'ébullition fixe, en même temps on voit le produit principal diminuer à chaque tour de fractionnement et s'accumuler dans les « têtes » si le serpentin est bien refroidi. Dans cette distillation, le thermomètre se fixe le plus longtemps aux environs de 167°. Là se place, non un point d'ébullition véritable, mais une décomposition ou dissociation lente. Si l'on fractionne plusieurs fois, *le jour même,* les huiles légères formées, on isole un carbure C^5H^6 bouillant à 42°,5. Densité : 0,803.

				Théorie.
C.......	90,8	90,4	90,8	90,9
H.......	9,2	9,6	9,2	9,1

Densité de vapeur : 2,45; théorie : 2,35.

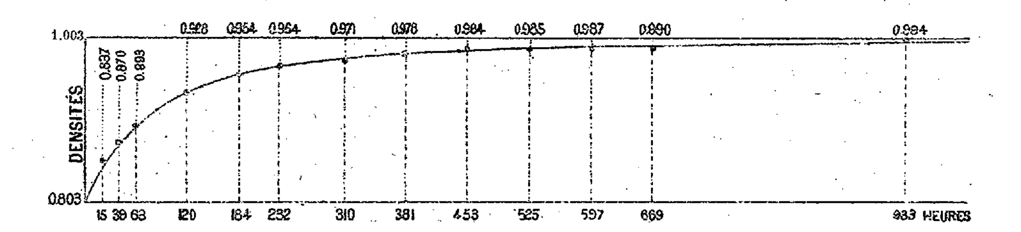
» En raison de son origine, nous appellerons ce carbure *pyropentylène*.

» Ce pyropentylène de gaz comprimé a la curieuse propriété de se polymériser à froid. Deux de ses molécules se transforment en une seule de dipyropentylène,

$$2C^5H^6 = C^{10}H^{12}.$$

Ce dernier est un carbure solide fusible à + 8°. D = 1003°. Il a les propriétés principales des terpènes.

» La polymérisation est mise en évidence surtout par la variation des densités en fonction du temps, variation que l'on peut représenter d'une façon très satisfaisante par une branche d'hyperbole. Voici d'ailleurs les nombres portés sur un graphique.



» Il s'agit ici, comme le montre la figure, d'une action régulière. On en pourra sans doute tirer parti en Chimie générale pour étudier les vitesses de réaction sous diverses influences, d'autant mieux que, circonstance rare, la transformation peut se faire à température constante, dans un milieu absolument homogène physiquement et chimiquement, ce qui ne paraît pas s'être rencontré jusqu'à présent.

» Les carbures non saturés de ces séries sont formés, comme l'a montré M. Berthelot, avec absorption de chaleur, et il n'est pas douteux, d'après les circonstances de sa préparation, que le pyropentylène C^5H^6 ait pris naissance dans une décomposition endothermique. La chaleur qu'il a absorbée se dissipe spontanément pendant la formation du dipyropentylène, de sorte que ce dernier semble se produire uniquement sous l'influence du temps. La transformation est facilement réversible et, en chauffant de nouveau le dipyropentylène, on *remonte* en quelque sorte la réaction pour refaire du pyropentylène. On conçoit que C^5H^6 n'existe pas libre dans les huiles légères de gaz, il y est au bout de peu de temps sous la forme stable $C^{10}H^{12}$ dont nous ferons ultérieurement une étude spéciale. Le carbure

C^5H^6 du gaz comprimé a une saveur poivrée très vive et une odeur spéciale.

» Les sels ammoniacaux d'argent et de cuprosum qui, comme on sait, précipitent les carbures acétyléniques, sont sans action sur lui. Toutefois les solutions aqueuses concentrées d'azotate d'argent produisent rapidement un précipité blanc aciculaire. Les solutions ammoniopotassiques d'argent, en présence d'une goutte de C^5H^6 argentent le verre en miroir.

» Voici une réaction nouvelle qui pourra peut-être servir pour caractériser d'autres carbures incomplets : C^5H^6 agité avec une solution aqueuse d'acide sulfureux s'y combine directement comme le ferait un aldéhyde avec un bisulfite; il se forme bientôt des cristaux blancs d'un produit d'addition sulfureux $C^{10}H^{12}, 2SO^3H^2$.

			Théorie.
C	40,8	41,2	40,5
H	5,5	5,6	5,4

» Ce dérivé blanc est insoluble dans presque tous les réactifs, sauf les alcalis. Il a une tendance remarquable à retenir les petites quantités de fer contenues dans les réactifs. L'échantillon analysé ci-dessus en avait pris 1,5 pour 100.

» Il est impossible de combiner le pyropentylène : avec les acides halogéniques, il y a résinification rapide ou explosion. Les agents d'oxydation, même étendus, provoquent une destruction complète. Le brome donne uniquement des dérivés liquides.

» Le pyropentylène n'est identique ni avec le valylène ($E = 60°$), ni avec le pirylène ($E = 70°$), qui appartiennent aussi numériquement à la série terpénique. C'est un isomère qui possède en réalité, comme nous le montrerons prochainement, des relations de propriétés avec les terpènes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la tréhalose.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Dehérain.

« On sait, d'après M. Müntz, que la mycose de Wiggers et de Mitscherlich, primitivement extraite du seigle ergoté, est identique à la tréhalose de M. Berthelot. M. Bourquelot, étudiant plus tard sa distribution dans différentes espèces de champignons, a reconnu que cette substance se transforme rapidement en mannite dans le tissu même des végétaux qui la contiennent.

» Cette circonstance montre une relation évidente entre la tréhalose et la mannite ou ses dérivés; d'autre part, M. Berthelot a obtenu, par l'interversion de la tréhalose, un liquide qui présentait sensiblement le pouvoir rotatoire de la glucose ordinaire; le même auteur a reconnu que la tréhalose peut s'éthérifier comme les autres sucres lorsqu'on la chauffe avec certains acides organiques, mais il règne encore une certaine obscurité sur sa constitution et même sur sa véritable formule, que l'on n'a jusqu'à présent écrite en C^{12} que par analogie avec la saccharose.

» J'ai repris l'étude de ce corps en partant d'un échantillon de tréhalose que j'ai extraite moi-même, au moyen de l'alcool, du tréhala de la Perse.

» 650^{gr} de coques, séparées des insectes qu'elles renferment, m'ont ainsi donné 135^{gr} de tréhalose pure, ce qui correspond à un rendement de 20,8 pour 100; le résidu est une sorte d'amidon, transformable par les acides en glucose ordinaire.

» L'analyse du produit cristallisé confirme exactement la formule $C^{12}H^{22}O^{11} + 2H^2O$ que l'on admet d'ordinaire pour la tréhalose.

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	38,09	38,09
Hydrogène	6,80	6,88

» *Poids moléculaire.* — Deux dissolutions renfermant 16^{gr} et 8^{gr} de tréhalose cristallisée pour 100 d'eau se sont congelées respectivement à $-0^\circ,895$ et $-0^\circ,43$; il en résulte, d'après la formule de M. Raoult, une valeur de 350 environ pour le poids moléculaire de la tréhalose.

» Ce nombre, sensiblement inférieur au chiffre théorique 378, ne nous autorise pas à adopter définitivement la formule des auteurs, mais il nous permet d'écarter sûrement la tréhalose de la classe des *trioses*, dont le poids moléculaire est beaucoup plus élevé.

Interversion. — On sait que l'interversion de la tréhalose est fort pénible : ce corps ne peut être entièrement dédoublé que par deux heures de chauffe à 110°, en présence d'acide sulfurique à 5 pour 100; les produits obtenus sont alors colorés et l'examen polarimétrique reste indécis. S'il est vrai, d'autre part, que le liquide cristallise aisément après qu'on l'a neutralisé et amené par évaporation à consistance sirupeuse, il a été impossible, à cause des pertes qu'entraînent les cristallisations successives et les traitements au noir, d'obtenir ainsi une proportion de glucose pure égale seulement à la moitié du poids de la tréhalose intervertie; on ne saurait donc encore affirmer que cette substance est une vraie diglucose.

» J'ai alors songé à appliquer à la tréhalose la méthode que j'ai fait connaître dans une Communication antérieure [1] et qui consiste à comparer les liquides intervertis à une solution équivalente de glucoses connues, au point de vue de leur action sur la phénylhydrazine.

» $0^{gr},500$ de tréhalose, complètement intervertie par l'acide sulfurique, mélangés à $2^{gr},5$ de phénylhydrazine, autant d'acide acétique et 5^{gr} d'acétate de sodium, ont ainsi donné en une heure, à 100°, $0^{gr},40$ d'un produit qui présentait tous les caractères de la phénylglucosazone; un égal volume d'une solution de glucose ordinaire, étendue de façon à présenter exactement le même pouvoir réducteur, a donné, dans les mêmes conditions, le même poids d'osazone. Les deux liqueurs renfermaient donc la même espèce de sucre réducteur, et nous pouvons conclure de cette comparaison que la tréhalose se transforme uniquement en glucose par hydratation; il en résulte que sa formule est bien en C^{12}.

» *Acétine de la tréhalose* $C^{12}H^{14}O^{11}(C^2H^3O)^8$. — Aucun éther de la tréhalose n'a pu être jusqu'ici obtenu à l'état de pureté, en sorte que la valence de cet alcool est encore indécise; j'ai réussi à préparer l'acétine de la tréhalose en chauffant ce corps à l'ébullition, avec un excès d'anhydride acétique et un fragment de chlorure de zinc; après refroidissement du mélange, l'eau précipite une huile épaisse qui se concrète peu à peu en une masse cristalline. Ce produit, purifié par une nouvelle cristallisation dans l'alcool, fond à 97°-98°, à peu près à la même température que l'hexacétine de la sorbite; sensiblement volatil, il brûle à l'air avec une belle flamme blanche; la baryte, à 100°, le saponifie rapidement et régénère la tréhalose primitive.

» L'analyse montre que cet éther renferme 8 molécules d'acide acétique et qu'il est, par conséquent, isomère des acétines déjà connues de la saccharose, de la maltose et de la lactose.

	Trouvé.	Calculé.
Carbone total	49,07	49,56
Carbone acétique	28,13	28,32
Hydrogène	5,57	5,61

» En résumé, la tréhalose anhydre est un alcool octoatomique, isomère des saccharoses proprement dites et très voisin de la maltose par sa constitution moléculaire, puisque, comme cette dernière substance, il ne donne que de la glucose à l'interversion; il en diffère essentiellement en ce

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 799.

qu'il ne renferme plus de fonction d'aldéhyde et doit être rapproché sous ce rapport de la saccharose ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action des composés oxyhydrocarbonés sur les azotures et les hydroazotures.* Note de M. **Raymond Vidal**, présentée par M. Friedel.

« J'ai été amené, en cherchant une méthode simple pour la préparation des amines, à étudier l'action des azotures sur les alcools. J'ai d'abord essayé les azotures métalliques. La réaction ne m'a fourni que de l'ammoniaque et des hydrocarbures éthyléniques; mais les azotures métalloïdiques m'ont donné de meilleurs résultats.

» Mes premiers essais ont porté sur le phospham PAz^2H. En faisant arriver des vapeurs d'alcool, soit méthylique, soit éthylique, sur ce composé, préalablement chauffé entre 150° et 200°, il se forme du métaphosphate de monamine primaire, pendant qu'il distille de l'alcool, présentant une forte odeur ammoniacale, due à la présence d'une amine secondaire.

» Le métaphosphate de monamine primaire se présente sous la forme d'une masse pâteuse, durcissant par le refroidissement, contenant de l'acide métaphosphorique libre et des parcelles de phospham non attaqué. Ce produit est déliquescent, et sa dissolution, chauffée avec les alcalis, dégage un gaz présentant tous les caractères de la méthylamine ou de l'éthylamine, suivant l'alcool employé.

» La solution alcoolique, saturée par un acide, laisse par évaporation un résidu cristallin. Celui-ci, traité à chaud par la soude caustique, fournit des vapeurs constituées par une amine secondaire avec traces d'amine primaire.

» Si, au lieu d'opérer à la pression ordinaire, on agit en vase clos, la réaction est plus nette : tout le phospham disparaît. Après distillation des composés volatils, il reste du métaphosphate d'amine primaire cristallisé, tandis que les produits condensés ne renferment plus qu'une amine secondaire. Il est nécessaire d'employer un excès d'alcool, qui sert à dissoudre l'amine secondaire libre.

» On peut exprimer l'action de l'alcool sur le phospham par l'équation suivante

$$PAz^2H + 4ROH = PO^4(AzH^2R^2)^2.$$

» Mais le phosphate d'ammoniaque ainsi obtenu perd, sous l'influence

de la chaleur, une molécule d'alcool et donne naissance à une ammoniaque secondaire, qui distille, et à un métaphosphate d'amine primaire.

$$PO^4H(AzH^2R^2)^2 = ROH + PO^3AzH^3R + AzHR^2.$$

» En remplaçant, dans l'opération précédente, l'alcool par l'oxyde d'éthyle et opérant toujours en vase clos, on obtient les mêmes produits qu'avec l'alcool. Ce fait paraît dû au dédoublement de l'éther en alcool et éthylène. L'aldéhyde, réagissant sur le phospham sous pression, donne naissance à des produits résineux et ammoniacaux, dont je n'ai pas encore déterminé la nature.

» L'action des alcools méthyliques et éthyliques sur le phospham permet d'admettre que des réactions de même ordre se passent avec les alcools supérieurs, les phénols, les alcools polyatomiques et les mélanges d'alcools différents. Je me réserve d'en entreprendre l'étude.

» Enfin je me suis assuré que la réaction du phospham sur les hydrates alcooliques n'est point un fait isolé. Une réaction semblable a lieu avec différents azotures, tels que l'azoture de bore, etc. Je ferai prochainement connaître les résultats que j'ai obtenus avec ce dernier composé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des dissolutions aqueuses d'acide tartrique*. Note de M. AIGNAN.

« Considérons une dissolution d'acide tartrique ($N = 150$) de densité δ et de concentration ε. Les expériences de Biot [1] sur le pouvoir rotatoire peuvent s'expliquer, en admettant soit que l'acide tartrique dissous forme avec l'eau, *en proportions définies*, un hydrate partiellement dissocié, soit que l'acide tartrique, se combinant à lui-même, possède une *molécule physique* double de sa *molécule chimique*, cette molécule physique étant partiellement dissociée par la dissolution :

» 1° Si nous admettons que l'acide tartrique forme avec l'eau un hydrate $C^4H^6O^6 + nH^2O$ partiellement dissocié par dissolution, la discussion des résultats trouvés par Biot conduit à énoncer la loi suivante :

» *La proportion d'acide tartrique qui se combine dans un rapport fixe avec n molécules d'eau, à l'état d'hydrate non dissocié, est égale à la proportion d'eau dans la dissolution.*

---

(1) *Mémoires de l'Institut de France*, t. XV.

» Et, dans ce cas, on trouve que la dissolution considérée doit avoir pour pression osmotique

$$\pi_1 = \mathrm{RT}\,\frac{\delta}{150}\,\varepsilon;$$

» 2° Si l'on suppose, au contraire, que la dissolution d'acide tartrique contient le polymère $(C^4H^6O^6)^2$ partiellement dissocié, les résultats expérimentaux de Biot permettent d'énoncer la loi suivante :

» *La proportion de composé* $(C^4H^6O^6)^2$ *dissocié par dissolution est égale à la proportion de dissolvant dans la liqueur examinée.*

» Ou encore :

» *Le poids de composé actif* $(C^4H^6O^6)^2$ *dissocié par dissolution est égal au produit du poids du dissolvant par la concentration* ε *de la dissolution.*

» Et, dans ce cas, la pression osmotique de la dissolution considérée prend la valeur

$$\pi_2 = \mathrm{RT}\,\frac{\delta}{150}\left(\varepsilon - \frac{\varepsilon^2}{2}\right).$$

» La détermination de la pression osmotique de la dissolution d'acide tartrique permet donc de choisir entre les deux hypothèses.

» Il serait difficile de mesurer directement par la méthode de Pfeffer la pression osmotique d'une dissolution d'acide tartrique, mais il est beaucoup plus facile de comparer une semblable dissolution à une liqueur titrée de sucre dans l'eau distillée.

» L'une des liqueurs à comparer étant mise dans un osmomètre et l'autre dans le vase où plonge l'osmomètre, le sens du mouvement du liquide dans la tige de l'osmomètre doit faire connaître quelle est la liqueur dont la pression osmotique l'emporte. Si le niveau du liquide reste absolument invariable dans la tige de l'osmomètre, on peut conclure que les deux liqueurs sont isotoniques.

» J'ai préparé une dissolution (D) d'acide tartrique contenant, *par kilogramme*, $49^{gr},47$ d'acide pur et ayant pour densité $\delta = 1,02241$. Si l'acide est simplement dissous ou combiné à l'état d'hydrate avec une certaine quantité d'eau, la pression osmotique de cette dissolution sera

$$\pi_1 = \mathrm{RT} \times \frac{\delta}{150}\,\varepsilon = \mathrm{RT} \times 0,00033719,$$

et la dissolution acide doit être isotonique avec une liqueur titrée de sucre contenant $115^{gr},32$ de sucre pur *par litre*. Soit (A) cette dissolution de sucre.

» Dans le cas où l'acide tartrique formerait en dissolution dans l'eau un polymère partiellement dissocié, la pression osmotique de la dissolution (D) doit être

$$\pi_2 = RT \times \frac{\delta}{150}\left(\varepsilon - \frac{\varepsilon^2}{2}\right) = RT \times 0,00032887$$

et, dans ce cas, la dissolution doit être isotonique avec une liqueur sucrée contenant, *par litre*, $112^{gr},47$ de sucre. Soit (B) cette dernière dissolution.

» Outre ces dissolutions (A) et (B), j'en ai préparé une troisième (C), qui contenait $109^{gr},55$ de sucre par litre, et dont la pression osmotique était par suite inférieure à π_2.

» La comparaison de la liqueur acide (D) aux trois liqueurs sucrées (A), (B), (C) a montré :

» 1° *Que la pression osmotique de* (D) *est inférieure à celle de* (A) *et supérieure à celle de* (C);

» 2° *Que les deux liqueurs* (D) *et* (B) *sont isotoniques.*

» *Conclusion.* — L'acide tartrique en dissolution dans l'eau existe à l'état de polymère $(C^4H^6O^6)^2$ partiellement dissocié suivant la loi que nous indique la discussion des expériences de Biot. Cette composition de l'acide tartrique est conforme aux indications qu'on peut tirer des diverses expériences de MM. Berthelot, Raoult, Ostwald sur les différents acides tartriques et de M. Ludeking sur les acides de la série grasse. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Recherches sur la production artificielle de l'hyalite à la température ordinaire.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Un grand nombre d'expérimentateurs ont étudié déjà les propriétés de la silice extraite des silicates alcalins par les acides, et tout le monde s'accorde pour admettre qu'on ne produit ainsi que des hydrates amorphes plus ou moins analogues à l'opale, devenant opaques par la calcination et pouvant reprendre de la transparence au contact de l'eau. Le plus souvent on s'est préoccupé de réaliser la décomposition très lentement et l'on a fait usage de dissolutions très étendues.

» Je demande à appeler l'attention sur les résultats que m'a fournis le même ordre de phénomènes dans des conditions qui me paraissent nouvelles. L'expérience consiste à immerger dans du silicate de soude *sirupeux* un vase poreux de pile électrique, rempli d'acide sulfurique fumant dit de Nordhausen.

» En moins de quarante-huit heures tout le silicate alcalin est remplacé par une matière grenue, hyaline, incolore et fragile.

» Après une ébullition prolongée dans l'acide sulfurique ordinaire renouvelé plusieurs fois, on constate que tout le sulfate de soude a été extrait, et la substance ne contient plus que de la silice avec une petite quantité d'eau.

» J'ai d'abord extrait l'acide sulfurique interposé en soumettant la matière à un courant de gaz inerte (hydrogène) dans un tube chauffé à 110°; ensuite j'ai constaté qu'on peut, sans inconvénient, faire tous les lavages à l'eau distillée bouillante sans modifier le produit.

» Le dosage de l'eau a donné, comme moyenne de trois opérations, 5,69 pour 100, ce qui est inférieur à ce que donnent la plupart des silices précipitées. Mais il faut ajouter que tous les grains ne sont évidemment pas hydratés au même degré. En effet, le résultat de la calcination montre des parties qui sont devenues opalines et opaques tandis que d'autres, très nombreuses, sont restées absolument hyalines et transparentes. Ces dernières, bien qu'elles soient solubles dans les lessives alcalines concentrées, se montrent extrêmement actives sur la lumière polarisée. On n'y voit pas de formes cristallisées, mais des cassures planes qui rappellent des clivages et qui donnent aux fragments anguleux des formes allongées; l'extinction se fait suivant l'allongement. Beaucoup de cassures sont conchoïdales. On retrouve tous ces caractères dans l'opale de Pont-du-Château.

» Parmi les portions qui ne se modifient aucunement par la calcination au rouge blanc dans le creuset de platine, il faut mentionner des plaquettes minces à surfaces parallèles, souvent larges de plus d'un centimètre et dont l'aspect simule à s'y méprendre celui de lamelles de verre. Elles donnent en une foule de points, entre les nicols croisés, des croix noires comme celle de l'opale sphérulitique.

» Je poursuis l'étude de ce produit. »

ZOOLOGIE. — *Sur la digestion stomacale de la grenouille.* Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les glandes de l'estomac des Mammifères sont constituées par deux sortes de cellules : les unes, à contenu clair (*cellules principales* de Heidenhain, *cellules adélomorphes* de Rollett), entourent la lumière des acini; les autres, à contenu trouble et granuleux (*cellules de bordure* ou *cellules dé-*

lomorphes), occupent une situation excentrique par rapport aux premières.

» D'après Heidenhain, l'élaboration des ferments digestifs est exclusivement dévolue aux cellules principales, tandis que la sécrétion des acides reviendrait aux cellules de bordure. Parmi les nombreux arguments que lui et ses disciples apportent à l'appui de cette opinion, l'un des plus importants est le suivant : chez la grenouille, ces deux sortes de cellules ne sont plus réunies dans une même glande; les cellules principales forment des amas glandulaires en grappe dans les parois de l'œsophage, et les glandes en cul-de-sac de la muqueuse stomacale sont uniquement constituées par des cellules identiques aux cellules de bordure. D'après les recherches de H. von Swiecicki (*Pflüger's Archiv*, 1876), confirmées par C. Partsch (*Arch. f. mikr. Anat.*, 1877), chez cet animal, la pepsine est fabriquée en totalité dans les glandes œsophagiennes, les acides, dans les glandes stomacales. Les faibles quantités de pepsine que les digestions artificielles révèlent dans la muqueuse de l'estomac proviennent, dans leur opinion, des glandes de l'œsophage et ont été entraînées par déglutition. Grützner (*Pflüger's Archiv*, 1878), lui aussi, n'a trouvé du lab-ferment que dans les glandes de l'œsophage.

» Dans le but de contrôler ces faits, j'ai exécuté les expériences suivantes :

» Sur une série de grenouilles l'œsophage est ligaturé au-dessus du cardia. Le cul-de-sac œsophagien ainsi formé est lavé par plusieurs injections d'eau salée à 7 pour 1000, pratiquées par la bouche. Les jours suivants, on s'assure que la sécrétion de l'œsophage est bien alcaline au tournesol. De la viande introduite dans ces culs-de-sac œsophagiens est restée indéfiniment sans se digérer, mais s'est complètement dissoute dans de l'acide chlorhydrique à $\frac{1}{1000}$. Après avoir précipité dans les liqueurs ainsi obtenues les matières albuminoïdes autres que les peptones par la méthode de Hofmeister, et après filtration, la présence des peptones a été constatée par différentes réactions (réaction de Milton, r. du biuret, r. xanthoprotéique). Si la viande avait été préalablement imbibée d'acide à $\frac{1}{100}$, elle se dissolvait totalement dans l'œsophage en un ou deux jours. Les bouches des grenouilles ayant servi à ces dernières expériences avaient été cousues, pour empêcher le vomissement possible.

» Sur une deuxième série de grenouilles, on lave l'estomac en injectant lentement 200^{gr} d'eau salée par une canule liée sur le pylore; le liquide en excès s'écoule par la bouche. On constate ensuite qu'un papier de tournesol bleu ne rougit plus au contact de la muqueuse stomacale; alors, on place une ligature serrée en dessous du cardia, on introduit dans l'estomac, par l'orifice pylorique, un morceau d'albumine coagulée, et on lie le pylore.

» Quatre ou cinq jours après, la digestion est complète, l'estomac, qui ne contient pas de gaz, est distendu par un liquide fortement acide, limpide, et ne répandant aucune odeur de putréfaction.

» Ces expériences montrent que les glandes de l'œsophage sécrètent effectivement de la pepsine, mais que, contrairement à l'opinion courante, les glandes stomacales, tout en sécrétant des acides, fabriquent aussi de la pepsine.

» Quant au lab-ferment, d'après une expérience de Grützner, les glandes œsophagiennes seules le produiraient chez la grenouille.

» J'ai préparé, par digestion dans l'acide chlorhydrique au millième, des extraits de muqueuses œsophagiennes et de muqueuses stomacales; ni les uns, ni les autres, neutralisés ou non, n'ont coagulé le lait, même après un séjour de vingt-quatre heures dans l'étuve à 30°.

» J'ai constaté aussi que les glandes œsophagiennes et stomacales ne sécrètent pas de ferment saccharifiant l'amidon.

» J'ai cherché ensuite, au moyen de digestions artificielles, à établir le rapport des quantités de pepsine élaborées dans l'œsophage et dans l'estomac, et à me rendre compte de leur mode d'action sur les matières albuminoïdes. Je citerai une expérience entre toutes :

» La partie antérieure du tube digestif d'une grenouille à jeun depuis plusieurs mois est fendue longitudinalement et étalée sur une plaque de liège. Elle est placée sous un robinet d'eau pendant un quart d'heure, puis la zone cardiaque est réséquée. L'estomac et l'œsophage sont séparément placés dans deux flacons d'Erlenmeyer, contenant chacun 10^{cc} d'acide chlorhydrique à 2 pour 1000. Après un séjour de dix-huit heures dans l'étuve à 30°, 90^{cc} d'eau acidulée à 2 pour 1000 et un morceau d'albumine coagulée pesant $2^{gr},5$ environ, sont ajoutés à chacun de ces flacons. Vingt-quatre heures après, les flacons sont retirés de l'étuve. La digestion est plus avancée dans celui qui contient l'extrait œsophagien. Les deux liqueurs filtrées sont très limpides; neutralisées exactement, elles présentent une légère opalescence; elles sont ensuite saturées de chlorure de sodium et portées à l'ébullition; il se forme de part et d'autre un précipité de syntonine que l'on sépare sur des filtres tarés. Ces précipités sont lavés, séchés à l'étuve et pesés. On trouve ainsi, entre les poids de syntonine fabriqués par la digestion stomacale et par la digestion œsophagienne, le rapport $\frac{57}{100}$.

» Les liqueurs filtrées et limpides sont divisées en deux portions égales. Les premières portions ne font que louchir légèrement quand on y ajoute de l'acide acétique et du ferrocyanure de potassium. Comme des solutions de syntonine de l'œuf dans de l'acide chlorhydrique à 2 pour 1000, traitées de la même manière que les digestions artificielles, donnent le même trouble avec ces réactifs, on peut conclure à l'absence totale de propeptone dans ces digestions.

» Dans les deuxièmes portions, on dose les matières organiques par le permanganate de potasse au $\frac{1}{100}$. On retranche des nombres obtenus le nombre fourni par le dosage des matières organiques dans un même volume de liquide provenant d'un flacon témoin contenant primitivement $2^{gr},5$ d'albumine coagulée dans 100^{cc} d'eau acidulée, mis vingt-quatre heures à l'étuve, et ayant subi les mêmes manipulations que

les digestions artificielles. Les nombres ainsi corrigés sont proportionnels aux quantités de peptones produites dans ces digestions. On trouve ainsi entre les chiffres obtenus pour l'estomac et pour l'œsophage le rapport $\frac{77}{100}$. D'autres expériences ont fourni un rapport encore plus voisin de l'unité.

» En résumé, cette expérience montre : 1° que la pepsine sécrétée par l'œsophage est plus abondante ou plus active que celle de l'estomac; 2° que les pepsines œsophagienne et stomacale transforment l'albumine coagulée en syntonine, puis en peptone, sans passer par le stade de propeptone; 3° que la prédominance d'action de la pepsine œsophagienne sur la pepsine stomacale se traduit surtout par la quantité plus grande de syntonine qu'elle produit (1). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution sexuelle des Truites des Pyrénées.* Note de M. **A. Cannieu**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Saumons, ainsi que nous l'ont appris les découvertes de Kunstler, ne se reproduisent qu'après être arrivés à un état spécial, bien différent de celui qui les caractérise à leur venue de la mer.

» L'influence des chaleurs estivales, l'action débilitante des eaux douces, et enfin l'évolution sexuelle, entraînant avec elle des changements physiologiques, ont été invoquées tour à tour ou même à la fois, sans que l'on ait pu accorder à l'un de ces trois facteurs une prédominance justifiée dans ces phénomènes.

» De nos recherches sur la Truite des Pyrénées il ressort que ces animaux subissent une transformation analogue à celle du Saumon, s'effectuant d'une façon lente et progressive, dans laquelle l'évolution sexuelle joue le rôle de facteur principal.

» Nos observations, en effet, ont porté sur deux espèces de Truites et concordent dans les deux cas. Ces animaux se trouvent dans le lac d'OEstu et d'Estaès Amsique, dans le gave de la vallée d'Aspe. Pendant tout l'été ils conservent leur aspect normal : le dos est vert noirâtre et le reste du corps blanc argenté, ponctué çà et là de taches d'un rouge sombre. Vers le mois de septembre, un changement sensible apparaît dans leur aspect extérieur. Ces animaux sont alors d'une teinte légèrement cuivrée, devenant de plus en plus marquée et rappelant celle du Hareng fumé. Cette

(1) Travail du laboratoire de M. Chauveau.

coloration devient de plus en plus foncée, pour faire bientôt place, vers le mois d'octobre, à une teinte grisâtre assez pâle en commençant, mais s'accentuant davantage à mesure que ces poissons approchent de l'époque du frai. Les taches rouges sont alors à peine apparentes, le maxillaire inférieur se déforme et présente en son milieu un crochet, sorte de petit tubercule noirâtre; le corps de l'animal, qui a beaucoup maigri, paraît s'allonger; sa chair perd sa saveur et devient fade. Vers la seconde moitié d'octobre, les mâles laissent abondamment couler leur laitance; les œufs ne sont plus petits comme chez les formes blanches, mais ont atteint à cette époque la grosseur normale.

» Si pour le Saumon on peut vraisemblablement invoquer l'action des eaux douces, l'influence du milieu, sur sa transformation, si l'on peut comprendre que des conditions d'existence absolument différentes doivent entrer en ligne de compte pour expliquer les changements sensibles dans la couleur et l'amaigrissement de ce poisson, il est incontestable que l'examen le plus superficiel des mœurs de la Truite ne nous permet pas de chercher dans cette cause l'explication de sa métamorphose. Son aspect, en effet, est le même durant la plus grande partie de l'année; vers la fin de l'année seulement elle change d'aspect sans avoir jamais abandonné le milieu qu'elle continue à habiter.

» L'action de la chaleur semblerait tout d'abord d'une probabilité plus grande. Cependant le peu d'intervalle du frai chez les Saumons du nord et du midi de l'Europe diminue beaucoup la valeur de cette explication [1]. Du reste, nous ne croyons pas que l'on puisse considérer l'influence des chaleurs estivales comme la cause dominatrice de ces changements pour les Truites du lac d'Estaès, qui n'en subissent pas moins les transformations dont nous avons parlé. En effet, les eaux de ce lac, dont le trop-plein se déverse exclusivement par infiltration, restent toujours à une température fort basse, vu l'altitude élevée de ces régions (1800^{m}) et leur alimentation constante par la fonte des neiges.

» Quant à l'évolution sexuelle, elle semble, au contraire, jouer ici le rôle le plus important. Ce n'est pas un phénomène isolé dans le règne animal que ces changements profonds et physiologiques qui apparaissent concurremment avec le développement des produits sexuels. Les auteurs qui accordent au Saumon en état de reproduction les couleurs brillantes, qui constituent ce qu'ils appellent improprement la parure de noce de ces

(1) Kunstler, *Comptes rendus*, séance du 10 novembre 1890.

poissons, reconnaissent par cela même, et tout en avançant une interprétation non fondée, l'existence de leur transformation. Du reste, l'importance de cette cause, pour ces derniers animaux, est démontrée par la constatation que les jeunes individus, qui remontent bien après les grands, arrivent à la maturité sexuelle à peu près à la même époque ([1]).

» En résumé, nous pensons que, si l'influence des eaux douces est problématique, celle de la chaleur doit seulement être considérée comme secondaire; son action ne paraît qu'indirecte et s'exerce comme cause accélératrice de l'évolution sexuelle, tandis que celle-ci est le facteur principal des métamorphoses citées plus haut.

» La Truite est carnassière; on la pêche à la ligne et au filet. On a affirmé que le Saumon ne mangeait pas dans l'eau douce, en se fondant sur ce fait que les intestins sont vides lorsqu'on les capture. Nos expériences de laboratoire nous ont démontré que ces animaux ne sortent de leur refuge que lorsque leur digestion est achevée; dès qu'ils ont saisi une proie, ils se cachent et vont digérer tranquillement au fond des eaux, de telle sorte qu'on ne saurait capturer que des animaux à jeun : d'ailleurs, ces poissons se pêchent à la ligne et ce que nous savons des mœurs de la Truite à ce sujet concorde parfaitement avec ces données. »

EMBRYOLOGIE. — *La métamérie de l'endoderme et du système circulatoire primitif dans la région postbranchiale du corps des Vertébrés.* Note de M. **F. Houssay**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les faits que j'ai recueillis sur des embryons d'Axolotl me portent à admettre une métamérie complète pour l'endoderme et les vaisseaux sanguins jusqu'au delà de l'anus (*Endodermérie, Angiomérie*).

» I. *Endodermérie.* — Peu de temps avant l'apparition des bourgeons destinés à former les branchies externes, on voit que l'endoderme pousse, entre les myotomes, deux séries de diverticules latéraux que l'on peut suivre depuis la fin de la région branchiale jusqu'au delà de l'anus. L'intestin pénètre dans ces diverticules et présente l'*aspect* d'un intestin d'Amphioxus à un certain stade. Les deux stades, néanmoins, n'ont de comparable que leur métamérie. En effet, les poches latérales de l'Amphioxus sont des *entérocèles* destinés à former les somites mésoblastiques; chez l'Axolotl, au

([1]) Kunstler (J.), *Notice sur le Saumon de la Dordogne*, octobre 1890.

moment dont je parle, les somites mésoblastiques sont formés depuis longtemps par *schizocélie* (abréviation du processus précédent). La disposition que je signale n'est donc comparable ni à l'une ni à l'autre des deux précédentes, elle leur est *consécutive* et reproduit, dans tous les métamères du corps, l'état initial des fentes branchiales de la région antérieure.

» Rappelons, en effet, que celles-ci débutent par des évaginations endodermiques qui s'avancent entre les myotomes (*head-cavities*). Le développement maximum des diverticules du tronc précède de peu la sortie des bourgeons branchiaux externes; à mesure que ceux-ci s'allongent, on voit régresser les poches intestinales, mais on retrouve encore longtemps leurs traces.

» Ces poches intestinales ne disparaissent pas toutes : quelques-unes persistent et changent de fonction.

» Ainsi, l'ébauche du foie (sinon double, du moins bilobée) est le prolongement ventral de la première paire de ces poches intestinales, en sorte que le foie serait comme un agrandissement et une hypertrophie d'une paire de poches primitivement respiratoires et qui ont perdu cette fonction. C'est dans cette mesure que j'admettrais l'hypothèse bien connue de Dohrn relativement à la thyroïde; cette glande et le foie me semblent deux productions homodynames.

» D'autre part, une paire de ces poches intestinales se trouve juste en face de l'anus. Chez les Batraciens, l'anus est l'ancien blastopore, la paire de diverticules en question formera le cloaque; mais, chez les autres Vertébrés où le blastopore se ferme, l'anus secondaire est vraisemblablement produit par l'ouverture et la soudure de ces deux poches latérales. Cette hypothèse, émise par Dohrn et considérée par beaucoup d'embryologistes comme paradoxale, serait donc l'expression d'un phénomène réel.

» II. *Angiomérie*. — Les connexions du système vasculaire primitif avec ces diverticules latéraux de l'intestin précisent encore leur signification de fentes branchiales rudimentaires. Par système vasculaire primitif j'entends, avec Balfour et P. Mayer, l'ensemble formé par l'aorte et la veine subintestinale (avant l'apparition des veines cardinales). P. Mayer (*Mitth. Zool. St. Neap.*, 1887) a reconnu que, chez les Sélaciens, la veine subintestinale est primitivement double et réunie par des anastomoses transversales avec l'aorte. Chez l'Axolotl, il en est de même : deux veines subintestinales prolongent le cœur en arrière et sont réunies avec l'aorte par des *vaisseaux transversaux, métamériques, alternes avec les diverticules latéraux de l'intestin*.

» En résumé : 1° un système longitudinal dorsal : carotides et aortes (Dohrn); 2° un second système ventral : bulbe artériel, cœur, veines subintestinales. En négligeant pour l'instant la tête préorale, nous voyons que, depuis la bouche jusqu'au delà de l'anus, ces deux systèmes sont réunis par des vaisseaux transversaux métamériquement alternes avec les diverticules de l'intestin, que ces diverticules atteignent l'ectoderme ou non.

» Ces vaisseaux transversaux forment une seule série morphologique, mais physiologiquement ils en forment deux. Dans les premiers (vaisseaux branchiaux), le sang court du ventre vers le dos; dans les suivants, au contraire, du dos vers le ventre pour revenir au cœur par les veines subintestinales.

» Si les poches intestinales postérieures étaient aussi développées que les antérieures, il n'y aurait aucune raison pour que le cours du sang ne fût pas le même dans tous les vaisseaux métamériques. Il y aurait alors simple balancement du sang produit par les contractions du système cardio-subintestinal (la veine subintestinale présente encore des contractions chez les embryons de Téléostéens, Balfour, *Comp. Emb.*); et ce stade de simple balancement nous a été conservé par les Ascidies.

» Le cours du sang s'est renversé dans les vaisseaux postérieurs à la suite des deux faits suivants, d'ailleurs liés entre eux :

» 1° Localisation de la fonction respiratoire dans quelques-uns des diverticules endodermiques (Fentes branchiales);

» 2° Localisation de la fonction de contraction rythmique à la partie du système vasculaire ventral, voisine de la région respiratoire (Cœur). »

HISTOLOGIE. — *Contribution à l'étude du mécanisme de la sécrétion urinaire.* Note de M. O. Van der Stricht.

« Malgré des recherches très nombreuses, la Physiologie ne possède que peu de données sur les phénomènes intimes de la sécrétion urinaire. Heidenhain nous a fait connaître une disposition protoplasmique toute spéciale au niveau de la zone périphérique des cellules sécrétantes. Klein. Marchand, Lebedeff, Cornil et Brault, Langhans, Lorenz, Nussbaum, Tornier ont signalé la présence d'une bordure particulière, tapissant l'extrémité interne de ces cellules. Ils l'interprètent de façons très diverses.

» Jusqu'ici on n'a point découvert des détails de texture propres à nous renseigner sur la manière dont ces cellules fonctionnent.

» Nous avons fixé des reins d'homme, de chien, de lapin, de chauve-souris, par la liqueur de Hermann, et nous avons coloré les coupes à l'aide de la safranine. Sous l'influence de ces réactifs, le protoplasme des cellules tapissant les canaux excréteurs reste clair et pâle. Les cellules sécrétantes, au contraire, prennent une coloration brun noirâtre et un aspect beaucoup plus compact. Examinées à l'aide d'un objectif apochromatique Zeiss oculaire 8, elles présentent, du côté périphérique, le strié caractéristique de Heidenhain. Du côté interne elles sont munies d'un plateau épais et compact, véritable production cuticulaire. Celle-ci est tantôt homogène dans toute son étendue; d'autres fois elle montre quelques rares stries claires, reliant le corps cellulaire à la lumière du canalicule. Quand les stries sont plus nombreuses, le plateau paraît comme décomposé en disques ou en cils.

» Le protoplasme cellulaire est formé d'un réticulum, circonscrivant des mailles plus ou moins larges, occupées par un liquide clair. Dans ces espaces et sur le trajet des trabécules protoplasmiques, se trouvent des granulations nombreuses. Elles sont très volumineuses dans le rein d'embryon de chien à terme et y occupent surtout la périphérie cellulaire. Déjà, à cette époque de la vie, mais principalement après la naissance, les trabécules s'allongent au niveau de l'extrémité externe de l'épithélium. Les granulations situées sur leur parcours se serrent les unes contre les autres et donnent ainsi naissance au strié de Heidenhain. Dans le voisinage de la cuticule, entre celle-ci et le noyau, existe souvent une zone plus claire, grâce à l'abondance du liquide compris dans les mailles du réticulum.

» Sous le plateau interne on voit apparaître, dans les mailles du réticulum, des productions spéciales, formées par une accumulation de liquide. Ce sont de simples stries parallèles à l'axe de la cellule, ou bien des vacuoles ou des vésicules fusiformes ou pyriformes, prenant leur point de départ entre les bâtonnets périphériques pour aboutir à l'extrémité interne de la cellule. Elles sont caractérisées par leur aspect clair, homogène, hyalin, tranchant sur la teinte foncée du protoplasme environnant et analogue au liquide renfermé à l'intérieur des canalicules contournés. Tantôt on n'observe qu'une seule vésicule dans une cellule. Dans ce cas elle peut atteindre un volume considérable et remplir la plus grande partie du corps protoplasmique. D'autres fois on y rencontre deux ou plusieurs stries ou vacuoles plus petites. Le noyau cellulaire occupe parfois le milieu d'une vésicule hyaline très volumineuse.

» Les stries et les vacuoles hyalines présentent souvent des rapports avec la lumière des canalicules. Dans ce cas, le plateau est divisé par un ou plu-

sieurs interstices en deux ou plusieurs fragments, entre lesquels on aperçoit des lignes claires, signalées plus haut. Ce sont des prolongements plus ou moins volumineux des accumulations liquides.

» Enfin on trouve des cellules épithéliales dont le plateau est traversé par une ou plusieurs boules claires, sur le point de passer à l'intérieur du canalicule contourné. Des fragments de la cuticule sont alors souvent soulevés et nagent librement dans le liquide ambiant. Quelques cellules sont même totalement privées de cette bordure caractéristique.

» Tous ces détails de texture histologique doivent être rapprochés de ceux, mis en lumière par Van Schuchten dans sa très intéressante étude sur la sécrétion intestinale chez la larve du *Ptychoptera contaminata*. Nous leur attribuons une importance physiologique analogue dans la sécrétion urinaire. De ce qui précède nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° Le plateau qui recouvre la surface interne des cellules sécrétantes du rein doit être considéré comme un véritable organe de protection, destiné à écarter du corps protoplasmique toutes les substances capables d'entraver leurs fonctions. Lorenz a émis le premier cette idée.

» 2° La structure de cette cuticule varie beaucoup d'après le fonctionnement des cellules épithéliales. A l'état de repos complet, elle est homogène (rein de chauve-souris après hibernation). A l'état d'activité elle est traversée par une ou plusieurs stries claires. Quand celles-ci sont très nombreuses, elle peut paraître constituée par l'agrégation d'un grand nombre de petits bâtonnets, séparés par un suc intermédiaire clair. Souvent aussi le plateau est divisé en plusieurs fragments, soulevés par le liquide accumulé à l'intérieur du protoplasme. Enfin, à la suite d'une activité exagérée, la cuticule peut être détachée et entraînée avec l'urine.

» 3° Les produits de la sécrétion rénale s'accumulent à l'intérieur des cellules épithéliales sous forme d'amas liquides, présentant l'aspect de stries, de boules ou de vésicules de volume très variable, d'une apparence homogène, hyaline, analogue au contenu des canalicules contournés. Ils sont déversés à l'intérieur de ces derniers par des interstices plus ou moins larges du plateau.

4° Des amas liquides volumineux font souvent irruption à travers la cuticule de revêtement à l'intérieur des canalicules. Ils la soulèvent et l'entraînent quelquefois à leur suite. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Répartition hivernale de l'amidon dans les plantes ligneuses*. Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Duchartre.

« On croit généralement qu'après la chute des feuilles les tissus de réserve des plantes ligneuses restent remplis d'amidon jusqu'au printemps, époque où cette substance émigre pour servir à l'évolution des bourgeons, au développement des racines et à la formation d'une nouvelle couche de bois. La période hivernale est, par suite, considérée comme celle où la réserve amylacée est la plus abondante. Il résulte de mes recherches qu'il n'en est point ainsi. Du mois d'octobre au mois d'avril, j'ai étudié la répartition de l'amidon dans nos principaux arbres et arbustes indigènes, à feuilles caduques ou persistantes, et j'ai constaté qu'elle est loin de rester constante dans le cours de cette période. C'est ce qui ressort des observations suivantes :

» Vers le milieu d'octobre, l'écorce, le liber et le bois de tous les organes sont en général remplis d'amidon. Mais, un mois plus tard, il s'est déjà opéré un grand changement; cette substance a disparu presque entièrement de l'écorce et du liber, du moins dans les branches, ainsi que dans les parties moyenne et supérieure du tronc. Quant au bois, la réserve amylacée varie beaucoup avec les essences. Tandis qu'elle est encore abondante, moins toutefois qu'en été, dans les arbres à bois dur, elle a notablement diminué dans ceux dits *à bois blanc;* enfin les plantes à feuilles persistantes n'en contiennent presque plus, sauf à la base du tronc, ainsi que dans les branches de l'année, principalement au niveau des bourgeons. Un mois plus tard la résorption de l'amidon s'est encore accentuée.

» Cette résorption est graduelle et s'opère à peu près dans l'ordre suivant : l'amidon passe du bois dans le liber; ce sont les rayons médullaires qui se vident les premiers, et, parmi ceux-ci, les petits avant les gros, puis le parenchyme ligneux, enfin les cellules de la moelle annulaire et de la moelle, quand celle-ci est amylifère. Dès qu'elle est achevée dans le bois, la résorption s'effectue dans le tissu cortico-libérien; c'est dans les rayons du jeune liber qu'on rencontre l'amidon en dernier lieu.

» Cet état reste stationnaire jusqu'au commencement de mars. A cette époque, surtout si le temps est doux et si le soleil brille, on voit réapparaître des graines amylacées dans l'écorce verte des rameaux, puis dans le liber. Cet amidon se répand peu à peu dans le bois des parties supérieures, puis dans le liber et le bois des parties basses, enfin dans les racines. La réapparition est graduelle comme l'a été la disparition, mais suivant un ordre à peu près inverse. C'est dans la moelle annulaire que l'amidon se dépose en premier lieu, puis dans le parenchyme ligneux, enfin dans les gros et les petits rayons. Le corps du végétal se remplit ainsi plus ou moins rapidement, suivant l'espèce et les conditions extérieures. En général, vers la fin d'avril, époque où commence l'é-

volution des bourgeons, la réserve amylacée est à peu près redevenue ce qu'elle était au mois de septembre.

» La résorption d'amidon semble devoir être attribuée à la combustion respiratoire exercée par les tissus ligneux et libérien depuis le moment où les feuilles ont perdu leur activité assimilatrice jusqu'au début du sommeil hivernal. Cette opinion s'appuie sur les expériences suivantes :

» *a.* Des Hêtres furent dépouillés, au mois d'août, de leurs branches et de leurs racines, et leurs troncs furent abandonnés sur le sol. Au mois d'octobre l'amidon avait complètement disparu. Des rondelles de Sapin, placées dans une chambre, perdirent, en deux mois, la totalité de l'amidon qu'elles contenaient, sauf sur les surfaces de section où le bois s'était desséché rapidement.

» *b.* Au mois de juin, des Chênes, Hêtres, Sapins, Épicéas, Pins, furent décortiqués annulairement à 8^m du sol; l'amidon disparut de tous les tissus situés au-dessous de la décortication, avec plus ou moins de rapidité, selon les essences ([1]).

» *c.* Des fragments de jeunes branches (Chêne et Hêtre) privés de leurs bourgeons et de leurs feuilles, ayant été, à l'abri de la lumière, maintenus immergés dans l'eau, avaient perdu leur amidon après deux mois pour la première essence, après trois ou quatre pour la seconde.

» Tant que persiste un certain degré d'humidité dans les tissus, même isolés, la vie s'y maintient et il peut arriver que la réserve amylacée soit entièrement résorbée. De même, après la chute des feuilles, les plantes ligneuses continuent encore un certain temps à végéter et à respirer; c'est dans le liber que cette fonction paraît être le plus active et le plus persistante.

» Ce n'est pas seulement une résorption plus ou moins complète de la réserve amylacée qui se produit à l'automne; il s'opère encore dans sa répartition un changement profond, dû à ce que les foyers d'attraction se sont déplacés. On sait en effet que cette substance se porte toujours sur les points où la vitalité est le plus développée. Or, en cette saison, les seules régions où persiste encore un reste d'activité végétative sont, d'une part, les bourgeons que portent les jeunes branches, d'autre part les racines, dont la végétation se prolonge un certain temps après celle des organes aériens exposés aux premiers froids.

» A mesure que la saison avance, la combustion respiratoire se ralentit,

---

([1]) Cette expérience montre en outre que l'amidon ne chemine pas verticalement dans le bois, puisqu'il ne peut passer de la région située au-dessus de la décortication dans celle qui est placée au-dessous.

et, à partir du moment où le végétal entre dans la période de vie latente, la distribution de l'amidon reste stationnaire pendant près de trois mois. Dans les espèces à réserve amylacée abondante, ce moment arrive avant qu'elle soit entièrement épuisée : aussi leur bois reste-t-il en hiver assez pourvu d'amidon. Dans les arbres à faible réserve, celle-ci est résorbée en grande partie dès la fin de l'automne. Enfin, s'il ne subsiste que des traces d'amidon dans les plantes à feuilles persistantes, c'est d'abord parce que ces plantes en renferment peu, même en été, et aussi parce que les feuilles continuent à l'utiliser pour leur respiration jusqu'à l'entrée de l'hiver.

» Au printemps, le phénomène inverse se produit. Les tissus verts (feuilles persistantes et jeunes écorces) qui, en automne, ont contribué dans une large mesure à épuiser la réserve amylacée, cherchent à la reconstituer avec une rapidité remarquable, dès que les grands froids ont disparu. Le préjudice causé à la plante par la prolongation de la vie active à l'arrière-automne se trouve ainsi réparé dès que le moment est arrivé pour les bourgeons de se développer. Afin de bien établir que cet amidon provient de la chlorophylle de l'écorce, j'ai eu recours à plusieurs expériences. J'ai pratiqué à la fin de février sur de jeunes rameaux des décortications annulaires pour les isoler des autres sources d'amidon qui pouvaient se trouver dans la plante. J'en ai sectionné d'autres, dont l'extrémité fut maintenue immergée à la lumière. Au début de l'expérience, tous ces rameaux isolés ne renfermaient presque pas d'amidon. Quinze jours après, ils en étaient remplis.

» Il résulte de ces recherches qu'il se produit dans la végétation des plantes ligneuses deux actes qui, jusqu'à présent, avaient passé inaperçus: l'un de résorption d'amidon à la fin de l'automne, l'autre de genèse au commencement du printemps, chacun d'eux ayant à peu près une durée de six semaines à deux mois. Il en résulte que l'hiver, loin d'être la saison pendant laquelle la réserve amylacée est le plus considérable, ainsi qu'on le croyait, est précisément celle où elle l'est le moins. »

BOTANIQUE. — *Sur quelques points de l'anatomie des organes végétatifs des Ophioglossées*. Note de M. **Georges Poirault** ([1]), présentée par M. Duchartre.

« Au cours d'observations sur les Ophioglossées, j'ai été amené à constater un certain nombre de faits qui avaient échappé aux précédents auteurs et que je résumerai rapidement. La plus grande partie des membranes cellulaires des Ophioglossées que j'ai pu étudier (*Ophioglossum vulgatum* et *lusitanicum; Botrychium Lunaria*) est constituée par une cellulose présentant des réactions assez spéciales; traitées par la potasse faible et lavées à l'eau, ces membranes se colorent en bleu pâle par les solutions iodées. Cette coloration est particulièrement nette dans le parenchyme cortical et les tubes criblés de la racine du *Botrychium* et de l'*Ophioglossum vulgatum*.

» M. Van Tieghem a fait connaître, en 1870, la singulière anomalie de la racine de nos Ophioglosses indigènes et de quelques autres espèces. Il a montré que, dans la racine binaire de ces plantes, l'un des faisceaux libériens se développe seul et que l'autre avorte complètement. Au milieu des racines anomales qui sont de beaucoup les plus nombreuses, j'ai trouvé des racines dans lesquelles le deuxième liber s'était normalement développé, et je me suis assuré qu'en pareil cas le mode d'insertion des racines sur la tige et la disposition des faisceaux caulinaires ne différaient en rien de ce qu'on observe dans le cas des racines anomales. Dans la racine du *Botrychium Lunaria* il y a un péricycle distinct; toutefois il se développe par places un tube criblé dans ce péricycle. Ce fait n'est d'ailleurs pas isolé et se retrouve dans les racines de beaucoup de Monocotylédons aquatiques, comme l'a montré M. Sauvageau.

» Les tubes criblés des Ophioglossées sont dépourvus de cals, différant en cela de ceux de beaucoup de Fougères, dans lesquelles j'ai pu mettre les cals en évidence, même dans les tubes criblés des racines. J'aurai occasion de revenir ailleurs sur ce sujet intéressant.

» Dans les Ophioglosses, la racine s'édifie par les cloisonnements d'une seule cellule tétraédrique et l'on observe, comme dans les Fougères, le dédoublement des calottes de coiffe signalé par M. Van Tieghem. Le segment

([1]) Travail du laboratoire de M. le professeur Van Tieghem.

détaché de la cellule terminale et qui contribuera à former le corps même de la racine se divise à l'origine en deux initiales, l'une pour l'écorce externe, l'autre pour l'écorce interne et le cylindre central. Les choses se passent donc, sous ce rapport, comme dans le *Marsilia* et les Polypodiacées.

» Le principal intérêt que nous offrent ces racines réside dans leur pouvoir gemmipare, et ce mode de multiplication est, à mon avis, le seul que présente l'*Ophioglossum vulgatum*, chez lequel on ne trouve jamais de prothalles. Le bourgeon, né sur une racine, ne résulte pas de la transformation du sommet végétatif de la racine, comme c'est le cas pour les *Platycerium* ou certains *Diplazium*, dans lesquels la cellule mère produit directement une tige. Dans l'Ophioglosse, la cellule mère se conserve, et l'on voit apparaître, très près du sommet, dans la partie externe de l'un des segments, une cellule tétraédrique qui, par ses cloisonnements répétés, donnera naissance à un jeune bourgeon. Chaque segment, détaché de la cellule initiale, isole d'abord une cellule interne qui donnera la moelle (écorce incluse), puis une cellule moyenne qui donnera le faisceau; la cellule externe, qui se dédouble en deux étages superposés, donnera naissance à l'écorce. C'est cette même cellule externe qui, dans certains cas, produira la feuille, laquelle s'accroît par une cellule unique. Cette feuille demeure, comme on sait, enfermée dans une sorte de sac, qui est de nature stipulaire.

» Si l'on fait une coupe longitudinale passant par l'axe de la racine mère et le bourgeon complètement développé, on voit que l'endoderme de la racine est brusquement interrompu à la base du pédicule gemmaire. Il est donc inexact qu'il y ait, même à la base de la tige des Ophioglosses, un endoderme externe caractérisé. Quant à l'endoderme interne des *Botrychium*, que j'ai vu pour la première fois il y a quelques mois ([1]), il se pourrait bien qu'on ne le rencontre que dans les plantules de germination et qu'il manque aux tiges développées sur des racines. Je reviendrai sur ce point en décrivant la genèse des bourgeons dans le *Botrychium Lunaria*. »

([1]) Ph. Van Tieghem, *Sur la structure de la tige des Ophioglossées* (*Journal de Botanique*, p. 405; 1890).

GÉOLOGIE. — *De l'existence des Diatomées, dans le landénien inférieur du nord de la France et de la Belgique.* Note de M. L. **Cayeux**, présentée par M. Fouqué.

« Le tuffeau à *Cyprina planata* (landénien inférieur) du nord de la France et de la Belgique constitue un gisement important de *Diatomées*, dont on constate l'existence en une foule de points de la région et que décèle l'examen micrographique.

» Comme ces Algues ont joué un rôle, parfois considérable, dans la constitution des sédiments anciens et récents, et qu'elles sont jusqu'à présent inconnues dans le bassin de Paris, je crois utile de signaler cette découverte.

» Le tuffeau à *Cyprina planata* résulte de l'agglutination des sables du même niveau, par un ciment de silice colloïde ou calcédonieuse. Les proportions relatives du ciment et des éléments du sable sont extrêmement variables : tantôt les grains sont presque juxtaposés, la place réservée au ciment étant très faible, tantôt le ciment est très prépondérant.

» C'est au sein de ce dernier que se trouvent réunies les Diatomées. Plusieurs genres sont représentés; parmi les plus répandus, se trouvent *Synedra*, *Triceratium* et *Coscinodiscus*.

» Tous les tuffeaux à *C. planata* que j'ai examinés, jusqu'à ce jour, en renferment. Lille, en particulier, Baisieux (Nord) et les environs de Péronne (Somme), en France; Tournay et Angre, en Belgique, sont les localités où le tuffeau en est le mieux pourvu. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'hydratation des blés.* Note de M. **Balland**.

« On sait que les blés, suivant les climats, mûrissent plus ou moins vite et renferment plus ou moins d'eau au moment de leur récolte. C'est ainsi que j'ai constaté à Orléansville, un des centres les plus chauds de l'Algérie, que les blés de la plaine du Chéliff contiennent moins d'eau que les blés de France, et qu'ils peuvent atteindre leur maturité en 180 jours, alors qu'il en faut en moyenne 270 en Normandie ([1]).

» Il était intéressant de suivre, dans nos magasins de France, ces blés récoltés dans des conditions de chaleur exceptionnelle, et le Comité de l'In-

---

([1]) *De l'influence des climats sur la maturation des blés* (*Comptes rendus*, 1880).

tendance a pensé qu'il pourrait y avoir quelque utilité pour l'administration de la guerre à entreprendre cette étude au point de vue spécial de l'hydratation. Sur la proposition du Comité, une décision ministérielle prescrivait, le 18 juillet dernier, une série d'expériences sur les blés et les farines de la plaine du Chéliff. Ces expériences devaient être faites, suivant un programme arrêté, à Orléansville, par le pharmacien-major de l'hôpital militaire, et à Paris, par le laboratoire des Invalides.

» Les trois blés examinés, d'essence dure, ont été récoltés : l'un au nord de la plaine, l'autre au midi, le troisième au centre.

» Les trois échantillons de farine, de même essence, ont été prélevés : l'un dans une boulangerie de la ville, et les deux autres à la Manutention militaire.

» Le dosage de l'eau dans les farines a été pratiqué avec les soins habituels en chauffant progressivement l'étuve à 100° et en maintenant cette température jusqu'à poids constant. On a opéré de même sur les blés, préalablement amenés à l'état de poudre grossière à l'aide d'un moulin à café ordinaire.

» L'eau a été ainsi déterminée à sept reprises différentes :

» 1° A Orléansville, le 4 août, sur les produits récemment récoltés;

» 2° A Paris, le 20 août, sur les mêmes produits expédiés dans des sacs en toile;

» 3° Le 15 octobre, sur les mêmes produits, déposés, depuis le 20 août, dans un local très sec;

» 4° Le 24 novembre, sur les mêmes produits, placés, depuis le 15 octobre, dans un local ayant libre accès avec l'air extérieur;

» 5° et 6° Les 6 et 31 décembre, après un séjour dans une pièce humide remontant au 24 novembre.

» 7° Enfin, le 13 février, sur les produits retirés de la pièce précédente le 31 décembre et remis dans un lieu sec modérément chauffé.

» Le Tableau suivant donne l'ensemble des résultats obtenus :

	Eau pour 100 parties.						
	4 août.	20 août.	15 oct.	24 nov.	6 déc.	31 déc.	13 févr.
I. Blé du Nord (récolte de 1890).....	9,03	11,26	11,50	15,05	15,10	15,40	12,60
II. Blé du Sud »	8,83	11,00	11,50	14,58	14,70	16,40	12,50
III. Blé du Centre »	9,83	11,60	11,90	14,28	14,80	15,90	12,40
IV. Farine n° 1 (Manutention militaire).	10,60 (1)	11,48	12,30	14,08	16,00	16,70	13,80
V. Farine n° 2 » »	10,70	11,68	12,30	14,18	15,40	17,50	13,00
VI. Farine n° 3 (boulangerie civile)....	10,20	12,34	12,40	14,10	15,70	16,60	13,20

(1) Les blés ont été mouillés au moment de la mouture; de là une quantité d'eau plus élevée dans les farines.

» Voici, d'autre part, une série d'expériences sur les mêmes blés en grains conservés sous une cloche reposant sur une terrine contenant de l'eau, de façon à se trouver dans une atmosphère saturée d'humidité, mais sans contact direct avec l'eau.

» La mise sous cloche a commencé le 31 décembre, dans un local dont la température maxima n'a pas dépassé 8° à 10°; les expériences ont été arrêtées le 8 février. A ce moment le blé présentait quelques moisissures.

	Eau pour 100 parties.					
	31 déc.	10 janv.	18 janv.	25 janv.	1er févr.	8 févr.
I. Blé du Nord	15,40	16,05	16,67	17,10	17,40	17,60
II. Blé du Sud	16,40	16,91	17,44	17,80	18,07	18,37
III. Blé du Centre	15,90	16,02	17,39	17,98	18,17	18,57

» Les farines placées dans les mêmes conditions renfermaient, après six jours, 18 pour 100 d'eau, et, après dix jours, 20 à 21 pour 100 d'eau. C'est un maximum qui n'a pas été dépassé.

» Il résulte de ces dosages, tous effectués dans les mêmes conditions, que les céréales d'un climat chaud et sec contenant 8 à 9 pour 100 d'eau au moment de leur récolte peuvent, par le fait de leur séjour en d'autres régions ou dans des locaux plus ou moins humides, comme les entrepôts qui avoisinent la plupart des ports, prendre facilement 14, 16 et même 18 pour 100 d'eau, c'est-à-dire une augmentation de poids de 6 à 10 pour 100.

» Il y a donc intérêt pour l'Administration de la guerre, qui dispose de moyens de transport spéciaux, à acheter en particulier les blés de la plaine du Chéliff immédiatement après la moisson. Ces blés, très lourds sous un petit volume, sont susceptibles d'une longue conservation; ils sont très riches en gluten, et leur mélange avec les blés de France relèverait la valeur alimentaire du pain de munition, qui reste sensiblement amoindrie depuis que l'on écarte de nos établissements militaires les blés étrangers, généralement beaucoup plus azotés que nos blés indigènes. »

VITICULTURE. — *Sur le traitement des vignes phylloxerées par le sulfure de carbone mélangé de vaselines.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La reconstitution du vignoble français par les plants américains greffés n'a point paralysé les efforts tentés pour la conservation des vignes françaises phylloxérées, à l'aide des insecticides.

» Le sulfure de carbone, soit pur, soit dissous dans l'eau, les sulfocarbonates, la submersion, continuent à être employés, avec des succès variables, tenant à la nature du terrain, aux soins concomitants dont on entoure la vigne et à la vigueur spécifique de tel ou tel plant.

» Ces divers moyens ne sont pas tous d'une application générale : la submersion est forcément limitée à certaines régions; les sulfocarbonates exigent aussi de l'eau et des manipulations coûteuses qui ne sont pas à la portée de tous les viticulteurs; le sulfure de carbone, dissous dans l'eau, demande également un outillage, dont la grande propriété seule peut faire les frais.

» Le sulfure de carbone pur, en fin de compte, est l'insecticide qui a donné, ces dernières années, les résultats les plus sûrs, et qui a permis de sauver une grande partie du vignoble français.

» La pratique démontre, toutefois, que, dans les terrains forts, très argileux ou dans les terrains très caillouteux, le sulfure de carbone a donné des résultats moins probants. Difficilement diffusible dans les premiers terrains, vaporisé trop rapidement dans les autres, le sulfure exerce, dans ces conditions, une action insecticide moins certaine. C'est ainsi que de la pratique des sulfurages est ressortie cette opinion courante, que le sulfure de carbone convient à certains terrains et ne convient pas à d'autres.

» Dès 1887 M. le Dr Albin Meunier, propriétaire dans le Bugey (Ain), a cherché à régulariser cette action du sulfure de carbone, à en assurer la diffusion dans les terrains forts, à en retarder l'évaporation dans les terrains trop légers, enfin à éviter cette action sidérante sur la vigne, par le fait d'une vaporisation en masse dans des sols réchauffés par le soleil d'été.

» Il a mélangé le sulfure de carbone avec les portions des pétroles bouillant de 300°-350° (vaselines), d'une densité de 0,850 à 0,910, lesquelles n'ont aucune action malfaisante sur la végétation, même à haute dose. De nombreuses expériences directes ont été faites sur la vigne avec ces hydrocarbures.

» Ces corps, à point d'ébullition élevée, jouissent d'une propriété physique facile à contrôler. Ils ralentissent l'évaporation du sulfure de carbone, en contractant sans doute avec lui une combinaison moléculaire qu'on retrouve pour de nombreux mélanges de liquides organiques. Le sulfure de carbone est ainsi difficilement séparable de l'alcool ordinaire par distillation fractionnée (Berthelot). L'alcool méthylique et l'acétone, la benzine et le toluène sont des exemples à citer au milieu de tant d'autres.

» Si la distillation fractionnée permet de séparer le sulfure de carbone

des vaselines, vu la différence notable des points d'ébullition, du moins à la température ordinaire, la vaporisation du sulfure de carbone est considérablement ralentie par les vaselines, qui en retiennent des quantités notables pendant de longs jours, malgré une surface d'évaporation considérable.

» Dans les terrains très légers et caillouteux, le rôle des vaselines devait être *a priori* favorable. D'autre part, ces vaselines, d'une nature physique comparable à celle des corps gras, pénètrent facilement dans l'argile. Leur intervention dans les terrains forts (argileux et argileux-siliceux) était théoriquement avantageux.

» L'expérience seule pouvait justifier ou infirmer ces conceptions théoriques.

» Dès 1887, j'ai encouragé de nombreuses recherches expérimentales dans cette voie.

» 5700^{kg} de sulfure de carbone, mélangé soit par moitié, soit par deux tiers, avec les vaselines, ont été expérimentés dans le département du Rhône, sur divers points, à Vaugneray, Saint-Étienne-la-Varenne, Villié-Morgon, etc.

» En 1888, 25000^{kg} étaient fournis aux divers propriétaires de la région du Rhône qui obtinrent des résultats tels, que, en 1889, 89585^{kg} et, en 1890, 242392^{kg} ont été utilisés par un grand nombre de viticulteurs dans les départements suivants : le Rhône, l'Isère, l'Ain, la Saône-et-Loire, la Côte-d'Or, la Loire, l'Ardèche, la Drôme.

» La campagne de printemps 1891 s'est effectuée dans des conditions telles, que l'on peut estimer à plus de 500000^{kg} la quantité de sulfure de carbone mélangée de vaseline, qui sera employée dans l'année totale.

» L'application du sulfure vaseliné se fait avec le pal ordinaire comme pour le sulfure pur. La pratique enseigne que l'efficacité augmente en donnant un coup de pal à 10^{cm} ou 15^{cm} du pied du cep et en répartissant le reste de la dose sur la surface d'un hectare. Actuellement 2000 à 2500 hectares de vigne sont en cours de traitement par le sulfure vaseliné.

» Cette consommation croissante a pour cause unique la constatation évidente du relèvement des vignes malades et la conviction faite dans l'esprit des observateurs.

» Depuis quatre ans j'emploie le sulfure de carbone vaseliné sur mes propriétés, d'une étendue de quinze à vingt hectares, sises à Saint-Étienne-la-Varenne (Rhône). Cette propriété était maintenue en production moyenne; avec le sulfure de carbone pur, la production a été triplée par

le nouveau traitement. On ne constate pas de Phylloxera sur les racines; la végétation est luxuriante; de nombreuses radicelles de néoformation ont apparu, indice d'un accroissement certain de vitalité.

» La fumure, depuis dix ans, n'a pas varié; on ne peut rapporter cette amélioration qu'à l'emploi d'un insecticide plus rationnel.

» Ces résultats nous engagent à rappeler l'opinion de M. Balbiani, émise dans ses Mémoires de 1876 sur le *Phylloxera* :

« Le germe ou l'embryon est bien moins sûrement atteint par des doses élevées d'une vapeur toxique, agissant pendant un court espace de temps que par des quantités quelquefois très faibles, mais dont l'action est lente et durable. »

» Le sulfure de carbone mélangé de vaseline répondait théoriquement à ce *desideratum*. Un ensemble de faits absolument importants, dont nous n'avons esquissé que les grandes lignes, ne permettent plus de douter de l'efficacité, comme insecticide, contre le Phylloxera, de ce mélange sulfocarboné, sur lequel nous avons l'honneur d'appeler la bienveillante attention de l'Académie. »

M. **Daubrée** présente, au nom de M. *Federigo de Botella*, une « Carte hypsométrique de l'Espagne et du Portugal » à l'échelle de $\frac{1}{2000000}$. Au moyen de courbes de niveau, tracées de 100^m en 100^m pour les altitudes inférieures à 1500^m, et de 500^m en 500^m pour des altitudes supérieures, et grâce à des couleurs conventionnelles, cette Carte représente d'une manière très claire la répartition des divers massifs montagneux de la Péninsule. En outre, le relief sous-marin, figuré par des courbes tracées d'après des sondages de la marine espagnole et des marines étrangères, complète la physionomie caractéristique de cette extrémité du Continent européen ainsi que sa connexion avec l'Afrique.

M. **Tondini** adresse un projet d'adaptation du système américain des vingt-quatre fuseaux horaires au méridien chronologique international de Jérusalem-Nyanza. Ce projet permettrait de garder exactement les mêmes fuseaux que dans le système américain et de constater immédiatement soit l'heure, soit la date universelles.

M. G. **Denigès** adresse une Note « Sur les combinaisons obtenues avec le sulfite neutre de zinc et les amines aromatiques ».

M. **Delaurier** adresse une Note ayant pour titre : « Des causes probables de la discordance de la radiation solaire trouvée à Montpellier et à Moscou ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 avril 1891.

Dix années de voyages dans l'Asie centrale et l'Afrique équatoriale; par le Dr Potagos. Traduction de MM. Adolphe Mayer, Jules Blancard, Laur, Labadie. Avec des notes et des observations par M. Émile Burnouf. Tome premier, Paris, Fischbacher, 1885; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Canal interocéanique de Panama. — Mission de 1890-91 *en Colombie. — Rapport général; par* Lucien N.-B. Wyse. Paris, Achille Heymann, 1891; 1 vol. in-4°

Revue des institutions de prévoyance; sous la direction de M. Hippolyte Maze. 4e année, 1890. Paris, Berger-Levrault et Cie; 1 vol. gr. in-8°.

Albert Poisson. *Théories et symboles des alchimistes. Le grand œuvre.* Bibliothèque Chacornac, 1891; 1 vol. pet. in-4°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Notice sur une nouvelle carte géologique des environs de Paris; par Gustave F. Dollfus. (Extrait du compte rendu de la 3e session du Congrès géologique international.) Berlin, 1885, L. Schade; 1 vol. in-4°.

Coquilles nouvelles ou mal connues du terrain tertiaire du Sud-Ouest; par Gustave F. Dollfus; 2 br. in-8°.

Bibliographie de la conchyliologie du terrain tertiaire parisien; par G. Dollfus et G. Ramond. Typographie Oberthur, Rennes-Paris, 1886; br. in-8°.

G. Lionnet. *Excursions à Tancarville, Lillebonne, Bolbec, Mirville, Fécamp. — Contribution à l'étude des roches erratiques du terrain crétacé inférieur de la Hève.* Havre, E. Hustin, 1884-86; 3 br. in-8°.

Quelques faits relatifs à la formation du terrain des Landes de Gascogne; par Georges Beaurain. Paris, Ch. Delagrave, 1891; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; publié sous la rédaction du Prof. D[r] M. MENZBIER. Année 1890, n° 2. Moscou, imprimerie de l'Université impériale, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1890. Tome III, cinquième Partie, feuilles 26 à 35, planches IX à XII. Paris, au siège de la Société zoologique de France, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Les parcs à huîtres de Saint-Vaast-La-Hougue (Manche); par M. S. JOURDAIN, au siège social de la Société nationale d'Acclimatation de France, 1891; br. in-8°.

Laboratoire d'études de la soie fondé par la Chambre du commerce de Lyon. — Rapport présenté à la Chambre de commerce de Lyon par la Commission administrative, 1887-1888. Lyon, Pitrat aîné, 1889; 1 vol. in-4°.

Sobre la carpocapsa saltitans y la grapholita motrix; por el D[r] CARLOS BERG. Buenos-Aires, Pablo e Coni e hijos, 1890; br. in-8°.

Examen quimico y bacteriologico de las aguas potables; por A.-E. SALAZAR y C. NEWMAN, *con un capitulo del* D[r] RAFAEL BLANCHARD, *sobre los animales parasitos introducidos por el agua en el organismo.* Londres, Burns Oates, 1890; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 avril 1891.)

Note de M. *G. Denigès*, Nouvelles combinaisons obtenues avec certains sulfites métalliques et l'aniline :

Page 803, ligne 18, *au lieu de* 21 pour 100, *lisez* 2 pour 100.

(Séance du 20 avril 1891.)

Note de M. *L. Raffy*, Sur la déformation des surfaces spirales :

Page 852, ligne 5, *au lieu de* $\Theta(e^{-\theta}\Delta\theta, \theta)$, *lisez* $\Theta(e^{-\theta}\Delta_2\theta, \theta)$.
Même page, ligne 8 en remontant, *au lieu de* $a = 0$, *lisez* $a = c - 2b_1^2 = 0$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MAI 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la durée de l'évaporation dans les générateurs;* par M. **Haton de la Goupillière**.

« 1. L'une des causes les plus graves et les plus fréquentes d'explosion pour les générateurs consiste dans l'abaissement du plan d'eau au-dessous de la ligne des carneaux, si le chauffeur cesse d'alimenter en temps utile. En supposant que la consommation de vapeur par le moteur se continue de manière que la pression conserve sa valeur, il peut être utile de déterminer la plus ou moins grande rapidité de cet abaissement, soit pour une étude *a priori*, soit en vue d'apporter, le cas échéant, avec toute la prudence nécessaire en aussi grave matière, un élément d'appréciation à l'instruction qui suit un accident. M. Guchez, ingénieur au Corps des Mines de Belgique, a traité

ce problème dans une brochure intéressante [1] en ce qui concerne un corps cylindrique horizontal. Il m'a semblé utile d'élargir le sujet en l'étendant à des formes quelconques de chaudières, et le complètant, pour la question même qu'a envisagée l'auteur, par la prise en considération d'effets complémentaires dont le *desideratum* avait été signalé par ce dernier. Tel est l'objet de la présente Note.

» On doit ici distinguer deux cas, suivant que l'amplitude d'abaissement soumise au calcul se trouve comprise au-dessus ou au-dessous de la ligne des carneaux. Si elle passe d'un côté à l'autre, on envisagera séparément chacune de ses deux parties. La première question ne donne lieu à aucune difficulté. Il suffit de cuber, par les moyens que fournit le Calcul intégral, le volume disparu, et de le diviser par le produit de la surface *invariable* de chauffe et du coefficient spécifique d'évaporation rapporté au mètre carré.

» Le second cas nécessite au contraire une recherche spéciale, la surface de contact du métal avec le liquide variant incessamment pendant l'abaissement du plan d'eau. Nous supposerons que l'on parte pour cela de la ligne des carneaux; d'un côté parce que c'est en effet ainsi que les choses se passent dans la réalité, et que d'ailleurs la considération d'un intervalle quelconque résulterait de la différence de deux semblables évaluations.

» 2. L'équation de la surface du générateur est rapportée à trois axes rectangulaires x, y, z. A une altitude fixe z_0 se trouve le plan horizontal de la ligne des carneaux, au-dessous duquel s'étend la surface totale de chauffe S_0. Quand le niveau s'abaisse à une hauteur z, cette superficie se réduit à S, et au-dessus d'elle règne une zone surchauffée $S_0 - S$. Le générateur se termine à sa partie inférieure par un ou plusieurs points minima situés à une hauteur z_1, parfois par une ligne horizontale [2], autrefois même par un fond plat.

» Nous appellerons v le volume d'eau en mètres cubes que vaporise par seconde le mètre carré de surface métallique. Sa valeur change d'un cas à l'autre, d'après la plus ou moins grande efficacité du système de construction de la chaudière. Pour fixer les idées, nous admettrons dans cette étude une évaporation de 36^{kg} à l'heure; résultat qui s'observe fréquemment pour des générateurs d'une certaine vivacité, et qui présente l'avantage de nous conduire à la valeur très simple : $v = \frac{0,036}{60 \times 60} = \frac{1}{10^5}$.

---

(1) F. Guchez, *Note sur un problème relatif à l'évaporation de l'eau dans les chaudières cylindriques simples*. In-8° de 13 pages; 1881 (chez Callevaert, à Bruxelles).

(2) Sauf une légère inclinaison que nous négligerons dans cette recherche.

» La *conductibilité directe* qui s'opère à travers la surface S avec l'activité v constitue le facteur prépondérant du phénomène, mais non le seul. Une certaine *conductibilité indirecte* s'effectue entre le métal rougi et la zone adjacente de tôle mouillée. Nous admettrons de ce chef un supplément d'efficacité ϖ par mètre courant du périmètre σ du plan d'eau.

» Enfin la surface échauffée exerce par son rayonnement sur le bain liquide s une action spéciale u que nous rapportons en bloc, comme les précédentes, au mètre carré de la superficie $S_0 - S$. On peut considérer ce troisième élément comme résumant en même temps dans son influence l'accroissement d'activité que devrait convenablement subir le coefficient v lorsque, par l'abaissement du niveau, son application se concentre sur des portions attaquées de plus en plus directement par les flammes.

» Les expressions de S, s, σ se déduiront de l'équation proposée à l'aide des méthodes que fournit le Calcul intégral. Quant aux coefficients u, ϖ, ils ne paraissent pas avoir été encore pris en considération, et il serait sans doute prématuré de leur attribuer ici des valeurs numériques déterminées. La plupart du temps on se contentera de les annuler. Cependant il serait désirable de voir l'attention des praticiens se porter sur cette lacune.

» 3. Il nous est maintenant facile de former l'équation différentielle du phénomène. La valeur absolue $-s\,dz$ de la tranche qui disparaît dans un temps dt représente le total des trois influences précédentes :

$$-s\,dz = [vS + \varpi\sigma + u(S_0 - S)]\,dt,$$

$$dt = -\frac{s\,dz}{(v-u)S + \varpi\sigma + uS_0},$$

$$t = \int_z^{z_0} \frac{s\,dz}{(v-u)S + \varpi\sigma + uS_0},$$

expression dans laquelle u, v, ϖ représentent, ainsi que S_0, des constantes numériques; S, s, σ des fonctions déterminées de z.

» 4. Envisageons, comme première application, une chaudière verticale, constituée à l'aide d'un cylindre de forme quelconque, qui est foncé à sa partie inférieure par une surface arbitraire.

» Les chaudières métallurgiques, les types Field, Thirion, Decoster-Rikken, etc. rentrent dans cette donnée. La chaudière à tombeau de Watt ne s'en écartait pas beaucoup. Le périmètre σ et l'aire s de la section droite restent constants, si nous supposons que l'abaissement se maintienne dans le corps cylindrique sans atteindre la fonçure. On a, en outre,

$$S_0 - S = \sigma(z_0 - z), \qquad S = (S_0 - \sigma z_0) + \sigma z.$$

Il vient, dans ces conditions,

$$t = \frac{s}{v S_0 + w\sigma} \int_z^{z_0} \frac{dz}{1 + \frac{(v-u)\sigma}{v S_0 + w\sigma}(z - z_0)},$$

et en intégrant avec un logarithme *népérien*

$$t = \frac{s}{(u-v)\sigma} \mathrm{L}\left[1 + \frac{(v-u)\sigma}{v S_0 + w\sigma}(z - z_0)\right].$$

» 5. Supposons, en particulier, un cylindre circulaire de hauteur H, de rayon R, de périmètre $\sigma = 2\pi R$, de section $s = \pi R^2$, foncé à l'aide d'un hémisphère, de telle sorte que $S_0 = 2\pi R^2 + 2\pi RH$. On trouve, dans ce cas, pour un abaissement : $z_0 - z = h$,

$$t = \frac{R}{2(u-v)} \mathrm{L}\left[1 + \frac{(u-v)h}{v(R+H) + w}\right].$$

» Nous aurons avec l'hypothèse simplifiée $u = 0$, $w = 0$,

$$t = -\frac{R}{2v} \mathrm{L}\left(1 - \frac{h}{R+H}\right).$$

Admettons, par exemple, que l'évaporation s'effectue sur toute la hauteur H, supposée égale au diamètre. Il vient alors

$$T = \frac{R}{2v} \mathrm{L}3 = \frac{R}{2} . 10^5 . 2{,}3026 . \log 3 = 54930 R,$$

et pour un diamètre égal à 1^m,

$$T = 27465^s = 7^h 37^m 45^s.$$

» Si l'on calculait directement en supposant constante la surface de chauffe, on obtiendrait un résultat trop faible dans le rapport 0,9102. Pour le diamètre de 1^m, l'erreur absolue *en moins* serait $41^m 5^s$. Si, pour essayer de tenir grossièrement compte de la variation de S par un procédé élémentaire, on adoptait pour son évaluation *fixe* la moyenne arithmétique entre ses valeurs initiale et finale, on trouverait un chiffre 1,2137 fois trop fort ; et l'erreur *en plus* serait, pour l'exemple précédent, $1^h 37^m 49^s$.

» Ces écarts sont importants, mais nous en rencontrerons de bien plus considérables encore, qui arrivent à dénaturer totalement les résultats, mettant par là en évidence la nécessité d'employer des formules plus exactes.

» 6. Considérons, en second lieu, une surface de révolution quelconque,

représentée par l'équation de sa méridienne entre x et z. On aura alors

$$\sigma = 2\pi x, \qquad s = \pi x^2, \qquad S = \pi \int_{z_1}^{z} x\,dz \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dz}\right)^2};$$

$$(1) \quad t = \int_z^{z_0} \frac{x^2\,dz}{2wx + (v-u)\int_{z_1}^{z} x\,dz\sqrt{1+\left(\frac{dx}{dz}\right)^2} + u\int_{z_1}^{z_0} x\,dz\sqrt{1+\left(\frac{dx}{dz}\right)^2}}.$$

» 7. Envisageons, par exemple, la forme sphérique qui était usitée avant Watt, soit par elle-même dans la chaudière de Savery, soit dans celle de Papin avec un fond plat, pour lequel le calcul se ferait sans difficulté. On aura, en plaçant l'origine au pôle inférieur

$$x^2 = z(2R - z), \qquad S = 2\pi R z;$$

$$t = \frac{1}{2}\int_z^{z_0} \frac{z(2R-z)\,dz}{w\sqrt{z(2R-z)} + (v-u)Rz + uRz_0},$$

expression intégrable en termes finis par les méthodes ordinaires.

» Quand on annule u et v, il vient simplement

$$t = \frac{1}{2vR}\int_z^{z_0}(2R - z)\,dz = \frac{(4R - z_0 - z)(z_0 - z)}{4vR}.$$

Si l'on place la ligne des carneaux dans le plan de l'équateur,

$$t = \frac{(3R - z)(R - z)}{4vR}.$$

Pour vider, par exemple, l'hémisphère entier, nous ferons $z = 0$, ce qui donne $T = \frac{3R}{4v}$, et avec 1^m de rayon

$$T = 75000^s = 20^h 50^m.$$

» En calculant avec la surface initiale, on trouverait un chiffre 0,4444 fois trop faible, déterminant, pour un rayon de 1^m, une erreur en moins de $11^h 35^m$, plus considérable que le nombre obtenu lui-même, ce qui constitue un résultat véritablement absurde. Avec la moyenne arithmétique, il serait encore 0,8888 fois trop faible, donnant, pour le problème précédent, une erreur en moins de $2^h 20^m$.

» 8. En quittant pour un instant le domaine de la pratique, nous renverserons les termes du problème, et nous nous proposerons de déterminer le profil que devrait présenter la méridienne pour réaliser une loi d'abaissement assignée *a priori*. Il faut alors se donner directement, dans

l'équation différentielle (1), l'expression de la vitesse $-\frac{dz}{dt}$. Le plus naturel serait de la représenter par une fonction de z. Mais la relation reste alors rebelle à l'intégration ([1]). Elle se ramène, au contraire, à une quadrature, si l'on formule la vitesse d'abaissement en fonction de la surface d'évaporation, ou du rayon x, sous la forme $-\frac{dz}{dt} = F(x)$. Nous aurons ainsi

$$-x^2\frac{dz}{dt} = 2\varpi x + uS_0 + (v-u)\int_{x_1}^{x} x\,dx\sqrt{1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2},$$

$$(v-u)\int_{x_1}^{x} x\,dx\sqrt{1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2} = x^2 F(x) - 2\varpi x - uS_0,$$

et en différentiant

$$(v-u)x\sqrt{1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2} = x^2 F'(x) + 2x F(x) - 2\varpi.$$

En élevant au carré, et résolvant par rapport à dz, on obtient

$$z = \int dx \sqrt{\left[\frac{xF'(x) + 2F(x) - \frac{2\varpi}{x}}{v-u}\right]^2 - 1}.$$

» Cherchons, par exemple, le profil qui procurerait une vitesse constante d'abaissement V. Il vient, à cet effet,

$$z = \int dx \sqrt{4\left(\frac{V - \frac{\varpi}{x}}{v-u}\right)^2 - 1},$$

expression immédiatement intégrable par les méthodes connues. Si, en particulier, on suppose $u = 0$, $\varpi = 0$, le calcul indique un cône de révolution ; forme d'ailleurs inadmissible.

» 9. On peut effectuer la même recherche en se donnant directement,

---

([1]) Sauf le cas particulier où, en négligeant la conductibilité indirecte $\varpi = 0$, l'on admettrait l'égalité fortuite $u = v$ de la conductibilité directe et du rayonnement. Alors la relation (1) fournit immédiatement l'équation du profil cherché

$$x^2 = -\frac{vS_0}{\pi\frac{dz}{dt}}.$$

au lieu de l'abaissement *linéaire* $-\frac{dz}{dt}$, l'évaporation *en volume*

$$-\pi x^2 \frac{dz}{dt} = \pi \varphi(x).$$

Il suffit pour cela de faire, dans le calcul précédent,

$$\mathrm{F}(x) = \frac{\varphi(x)}{x^2}, \quad \mathrm{F}'(x) = \frac{\varphi'(x)}{x^2} - \frac{2\varphi(x)}{x^3},$$

ce qui donne

$$z = \int dx \sqrt{\left[\frac{\varphi'(x) - 2w}{(v-u)x}\right]^2 - 1}.$$

» Si, par exemple, on a en vue l'évaporation proportionnelle au temps, on obtient une courbe assez compliquée, ayant pour ordonnée la somme de celles d'un cercle et d'une ligne dont les abscisses seraient réciproques de celles d'une chaînette.

» 10. L'hypothèse simplifiée $u = 0$, $w = 0$ nous donne

$$z = \int dx \sqrt{\left[\frac{\varphi'(x)}{vx}\right]^2 - 1},$$

expression qui s'intègre notamment pour une loi d'évaporation proportionnelle à une puissance *absolument quelconque* de la surface ou du rayon du plan d'eau

$$\varphi(x) = \mathrm{A}x^m.$$

» On trouve alors

$$\left(\frac{v}{m\mathrm{A}}\right)^{\frac{1}{2-m}} z = \sqrt{1 - \frac{v^2}{m^2\mathrm{A}^2} x^{4-2m}} + \mathrm{L}\left(\sqrt{x^{2m-4} - \frac{v^2}{m^2\mathrm{A}^2}} - x^{m-2}\right).$$

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Prince **Nicolas de Tourquistanoff** soumet au jugement de l'Académie un « Calendrier vérificateur ».

(Renvoi à l'examen de M. Wolf.)

CORRESPONDANCE.

M. DE SERPA PINTO, nommé Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le Prince ALBERT DE MONACO, nommé Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remerciements à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Théorème de Géométrie.* Note de M. TARRY, présentée par M. Hermite.

« Si deux points A et B d'une figure de similitude constante parcourent deux droites fixes qui se coupent en un point p :

» 1° Il existe sur la figure semblablement variable un coude dont chaque point décrit une ligne droite passant par le point p.

» Ce cercle passe constamment par le point p.

» 2° Tous les autres points de la figure dérivent des courbes du même ordre.

» 3° Le nombre de ces courbes est égal à la classe de la courbe inverse, par rapport à l'origine p de l'enveloppe des cercles PAB.

» Dans le cas particulier où le point O est à l'infini, l'ordre des courbes est égal à la classe de l'enveloppe de la droite AB.

» *Démonstration.* — 1° Sur la figure sensiblement variable considérons un point C, situé sur le cercle circonscrit au triangle PAB.

» L'angle APB est égal à l'angle constant ACB ou en diffère de $\pm\pi$.

» Par conséquent, la droite PB a une position fixe.

» 2° Soient D et E deux points de la figure mobile, non situés sur le cercle PAB. En vertu d'un théorème connu, si l'un des points D ou E décrit une droite, l'autre point décrit aussi une droite.

» On déduit de là immédiatement que les points D et E décrivent des courbes du même ordre.

» Le centre O du cercle PAB est évidemment l'un des points de la figure sensiblement variable.

» 3° L'ordre de ces courbes est le même que celui de la courbe décrite

par le point O et, par suite, par le point Q, diamétralement opposé au point P dans le cercle PAB.

» Construisons la polaire réciproque de la figure par rapport à un cercle de centre P.

» On voit aisément que les polaires du point Q sont des tangentes à la courbe inverse, par rapport à l'origine P, de l'enveloppe des cercles OAB, ce qui démontre le théorème.

» La démonstration relative au cas particulier où le point O est à l'infini a été donnée par M. d'Ocagne, à qui j'avais communiqué l'énoncé (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, septembre 1890). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires ordinaires.* Note de M. **Jules Cels**, présentée par M. Darboux.

« J'applique la méthode que j'ai indiquée ([1]) à l'équation

$$(\mathrm{E})\quad x^{n-1}\frac{d^n z}{dx^n} + a x^{n-2}\frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + b x^{n-3}\frac{d^{n-2} z}{dx^{n-2}} + \ldots + h x\frac{dz}{dx} + x^{n-1} z = 0,$$

où $a, b, \ldots, h$ sont des constantes.

Soit donc la suite

$$E_{-2q}\ldots E_{-1}\,E\,E_1\ldots E_{2p}\ldots.$$

» Toutes les équations de la suite sont du même type que l'équation E et on a les formules de récurrence

$$z = \frac{1}{x^{n-1}}\frac{d}{dx}\frac{1}{x^{n-1}}\cdots\frac{d}{dx}z_{2p},\qquad z = \int x^{n-1}\,dx\int x^{n-1}\,dx\ldots\int z_{-2q}\,dx,$$

le nombre de dérivations étant p, le nombre d'intégrations q.

» L'intégration de l'équation E se fait très facilement lorsque dans la suite qui lui correspond se trouve l'équation

$$(1)\qquad x^{n-1}\frac{d^n z}{dx^n} + x^{n-1} z = 0,$$

c'est-à-dire

$$\frac{d^n z}{dx^n} + z = 0,$$

([1]) Voir *Comptes rendus*, 15 juillet 1890.

où

$$x^{n-1}\frac{d^n z}{dx^n} + npx^{n-2}\frac{d^{n-1}z}{dx^{n-1}} + x^{n-1}z = 0; \tag{2}$$

c'est-à-dire

$$x\frac{d^n z}{dx^n} + np\frac{d^{n-1}z}{dx^{n-1}} + xz = 0,$$

p étant un nombre entier. L'équation (1) s'intègre de suite. Pour l'intégration de l'équation (2) on pose $z = ye^{\lambda x}$. On trouve alors l'équation

$$\left\{\begin{aligned} &x\frac{d^n y}{dx^n} + (n\lambda x + np)\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots \\ &\quad + [n\lambda^{n-1}x + n(n-1)p\lambda^{n-2}]\frac{dy}{dx} + [x(\lambda^n + 1) + np\lambda]y = 0. \end{aligned}\right. \tag{3}$$

» Si l'on se rapporte à une précédente Communication ([1]), on voit que, si l'on détermine λ par l'équation $\lambda^n + 1 = 0$, p étant un nombre positif, l'équation (3) a comme solution particulière un polynôme de degré p, soit P. L'équation (2) aura alors comme solution particulière $Pe^{\lambda x}$; si p était un nombre négatif, l'adjointe de Lagrange de l'équation (3) admettrait, comme solution particulière, un polynôme Q de degré $p - 1$ et, comme il serait facile de le voir, l'adjointe de Lagrange de l'équation (2) aurait la solution $Qe^{-\lambda x}$. Puisque λ prend n valeurs, il suit de là que, dans les deux cas, on a l'intégrale générale de l'équation (2).

» Il reste à donner un moyen de voir sur l'équation E les cas où ces intégrations sont possibles. J'établis les propositions suivantes :

» *Quand on passe d'une équation* E *à son adjointe de Lagrange, les racines de l'équation déterminante du point critique* 0 *sont changées de signe; quand on passe de l'équation* E *à l'équation correspondant à la première ligne de son déterminant fondamental, les racines de l'équation déterminante du point critique* 0 (*la racine* 0 *exceptée*) *sont changées de signe et augmentées de n.*

» L'application répétée de ces résultats conduit à ceux-ci :

» *Quand on passe de l'équation* E *à l'équation* E_{2p}, *les racines de l'équation déterminante du point* 0 (*la racine* 0 *exceptée*) *augmentent de pn; quand on passe de l'équation* E *à l'équation* E_{-2q}, *elles diminuent de qn.*

» Cela posé, les racines de l'équation déterminante de l'équation (1) étant $0, 1, 2, \ldots, n-1$, on voit que :

» 1. *Quand les racines de l'équation déterminante du point critique* 0 *pour*

([1]) Voir *Comptes rendus*, 8 décembre 1890.

une équation E *sont*

$$0,\quad 1-pn,\quad 2-pn,\quad \ldots,\quad (n-1)-pn:$$

» 1° *Si p est un nombre positif, les solutions de l'équation* E *sont données par*

$$z=\frac{1}{x^{n-1}}\frac{d}{dx}\frac{1}{x^{n-1}}\cdots\frac{d}{dx}e^{\alpha x},$$

le nombre des dérivations étant p, et α *étant racine de l'équation* $r^n+1=0$.

» 2° *Si p est un nombre négatif, elles sont données par*

$$z=\int x^{n-1}\,dx\int x^{n-1}\,dx\ldots\int e^{\alpha x}\,dx,$$

le nombre d'intégrations étant p.

» Dans le second cas, on peut éviter les quadratures par l'emploi de l'adjointe de Lagrange de l'équation E. Son équation déterminante aurait les racines

$$0,\quad (n-1)+pn,\quad (n-2)+pn,\quad 1+pn,$$

et l'on serait dans le premier cas.

» L'équation E pour le second ordre est l'équation de Bessel et le résultat précédent l'intègre, comme c'est bien connu, quand l'intégrale générale est uniforme autour du point critique o.

» On arrive de la même façon au résultat.

» 2. *Pour qu'une équation ait dans la suite qui lui correspond une équation du type* (2), *il faut et il suffit que les racines de l'équation déterminante du point critique* o *soient*

$$0,\quad 1-pn,\quad 2-pn,\quad (n-2)-pn,\quad (n-1)-qn,$$

ou

$$0,\quad (n-1)-pn,\quad (n-2)-pn,\quad (2)-p,\quad 1-qn,$$

v et q étant des entiers.

» Les résultats 1 et 2 intègrent l'équation du troisième ordre, dans tous les cas où l'intégrale générale est uniforme autour du point critique o. Il n'en est pas de même quand il s'agit d'une équation d'ordre n. Il est en effet facile d'établir :

» 3. *Pour que l'équation* E *ait son intégrale générale uniforme dans tout le plan, il faut et il suffit que les racines de l'équation déterminante du point critique* o (*excepté la racine* o) *soient respectivement* $1, 2, \ldots, (n-1)$ *à un multiple de n près, qui n'est pas le même pour toutes ces racines.*

» Je termine en indiquant la formule

$$z = t^{\xi} + \frac{\xi}{f(\xi+n)} t^{\xi+n} + \frac{\xi(\zeta+n)}{f(\xi+n)f(\xi+2n)} t^{\xi+2n}$$
$$+ \frac{\xi(\zeta+n)(\xi+2n)}{f(\xi+n)f(\xi+2n)f(\xi+3n)} t^{\xi+3n} + \ldots,$$

où

$$f(r) = -r(r-1)\ldots(r-n+1) - ar\ldots(r-n+2)\ldots - hz,$$

qui représente le développement d'une intégrale autour du point critique o, ξ étant racine simple de l'équation déterminante et étant telle que sa différence avec l'une quelconque des autres racines ne soit pas un nombre entier. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des fractions continues simples*. Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Picard.

« Les fractions qui ont pour numérateurs des monômes en x à coefficients et exposants différents de zéro, et pour dénominateurs partiels des polynômes en x à terme constant différent de zéro, jouent, dans l'étude des fractions continues, le même rôle que les séries entières dans l'étude des séries; nous les nommons *fractions continues simples*.

» Soit

(1) $$a_1 + \frac{\alpha_2}{a_2} + \frac{\alpha_3}{a_3} + \ldots,$$

une telle fraction; ses réduites $\frac{U_1}{V_1}, \frac{U_2}{V_2}, \frac{U_3}{V_3}, \cdots$ sont des fractions rationnelles irréductibles, et l'on a, pour $q > p$,

(2) $$\frac{U_q}{V_q} = \frac{U_p}{V_p} + \frac{(-1)^{p+1}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_{p+1}}{V_p V_{p+1}} + \frac{(-1)^{p+2}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_{p+2}}{V_{p+1}V_{p+2}} + \ldots + \frac{(-1)^q\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_q}{V_{q-1}V_q}.$$

» Par cette formule, l'étude de la convergence de la fraction continue est ramenée à celle de la série illimitée,

(S) $$\frac{(-1)^{p+1}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_{p+1}}{V_p V_{p+1}} + \frac{(-1)^{p+2}\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_{p+2}}{V_{p+1}V_{p+2}} + \ldots.$$

» Soit (C) le cercle de convergence de la *série entière*

(S′) $$\alpha_2 - \alpha_2\alpha_3 + \alpha_2\alpha_3\alpha_4 - \ldots + (-1)^n\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_n + \ldots,$$

et considérons un ensemble (E) de points du plan, tels que, pour chacun d'eux et pour toutes les valeurs de l'entier i, supérieures à un nombre positif fixe N, on ait

$$a < |V_i| < A,$$

a et A désignant deux nombres positifs fixes. Pour chacun des points de l'ensemble (E), la série (S), où l'on suppose p plus grand que N, et la série (S′) sont convergentes et divergentes en même temps. Ainsi, *en se bornant aux points de l'ensemble* (E), *on peut parler du centre de convergence* (C) *de la fraction continue*.

» Supposons que tous les points d'une partie (γ) du plan intérieur au cercle (C) appartiennent à l'ensemble (E); *dans le champ* (γ) *la fraction continue définit une fonction analytique continue uniforme de* x.

» La principale difficulté de l'étude de la convergence se trouve dans la détermination de l'ensemble (E). Un cas où il est particulièrement facile de déterminer quels sont ceux des points d'une partie donnée (A) du plan qui appartiennent à cet ensemble est celui où, dans cette partie (A), la suite illimitée $V_1, V_2, V_3, \ldots$, *tend uniformément vers une fonction continue*. Dans ce cas, tous les points de (A), sauf ceux qui correspondent à des racines de la fonction continue, sont des points de l'ensemble (E). En particulier, pour la fraction continue d'Euler, tous les polynômes $V_1, V_2, \ldots$, sont des constantes égales, si l'on veut, à l'unité; cette fraction est donc convergente dans le cercle (C) et divergente en dehors, ce qui s'accorde avec le théorème d'Abel sur les séries entières.

» Les fractions rationnelles approchées d'une fonction forment une suite infinie à double entrée, d'où l'on peut, d'une infinité de manières, extraire des suites illimitées, à simple entrée, de fractions rationnelles qui soient les réduites successives d'une fraction continue simple; le choix de ces fractions peut être fait de telle sorte que les éléments de la fraction continue *suivent une loi régulière;* il en sera alors de même des dénominateurs $V_1, V_2, V_3, \ldots$; c'est donc pour ces fractions continues simples particulières que l'étude de la convergence présentera le plus de facilités, et les fractions appartenant à un *même type régulier* se diviseront en général en fractions toutes convergentes ou divergentes en même temps.

» Ainsi *toutes les fractions continues simples régulières* relatives à e^x sont convergentes dans tout le plan; pour chacune d'elles le rayon du cercle (C) est infini, tandis que les dénominateurs des réduites tendent uniformément soit vers 1, soit vers $e^{-\frac{x}{2}}$, soit vers e^{-x}, fonctions continues qui n'ont aucun zéro à distance finie.

» Considérons encore la fonction

$$\frac{1}{2\sqrt{z}}\log\frac{1+\sqrt{z}}{1-\sqrt{z}} = 1 + \frac{z}{3} + \frac{z^2}{5} + \frac{z^3}{7} + \ldots,$$

et l'une quelconque des fractions continues simples *régulières*, qui ont pour réduites successives des fractions rationnelles approchées dont les dénominateurs soient d'un même degré q, tandis que les degrés des numérateurs sont 0, 1, 2, 3, ... ; pour une telle fraction continue, le rayon du cercle (C) est égal à l'unité, tandis que le dénominateur de la réduite tend uniformément vers $(1-x)^q$. La seule racine de cette fonction est $x = 1$, donc l'ensemble (E) se compose de tous les points du plan, hormis le point 1. Toutes les fractions continues considérées convergent donc dans le cercle (C) et divergent en dehors de ce cercle. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un inclinateur à induction.* Note de M. **H. Wild**, présentée par M. Mascart.

« Dans un article inséré au *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg* (t. XXVII, mai 1881), j'ai brièvement décrit une nouvelle méthode de détermination de l'inclinaison magnétique avec la boussole à induction de Weber, méthode qui élimine expérimentalement l'erreur provenant de ce que la sensibilité des galvanomètres employés varie avec l'angle de déviation de l'aimant. J'ai décrit la méthode et les résulttats obtenus avec un instrument provisoire dans un article inséré aux *Comptes rendus* de 1884, t. XCVIII, p. 91. Convaincu que la boussole à induction convenablement construite permettrait de déterminer enfin l'inclinaison absolue avec la même exactitude que la déclinaison absolue, j'ai fait construire, dans l'atelier de l'Observatoire physique central, une boussole à induction de grande précision. Elle a été établie, au printemps de 1890, à l'Observatoire magnétique de Pawlowsk et je l'ai décrite, ainsi que les nombreuses expériences qui ont été faites de juin à décembre de l'année dernière par trois personnes différentes, dans le Mémoire présenté. Il résulte de ces expériences que l'inclinaison absolue peut être déterminée, avec la nouvelle boussole et par ma méthode, à l'aide d'une seule observation, avec une erreur moyenne de $\pm 4'', 5$. Dans le commencement de l'année 1891, grâce à l'habileté de nos observateurs, cette erreur est même devenue $\pm 2'', 5$. Ainsi se trouve résolu le problème de déterminer l'inclinaison, au moins avec la même exactitude que la déclinaison. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé de construction des vis de haute précision pour les appareils de mesure de la Carte du Ciel.* Note de M. P. GAUTIER, présentée par M. Mouchez.

« Les vis employées jusqu'à présent dans les appareils de mesure étaient simplement filetées avec soin; on avait à compter avec des erreurs provenant de la vis conductrice et de l'outil qui s'usait plus ou moins suivant le nombre de filets à couper; il en résultait la nécessité de faire de la vis une longue et pénible étude pour trouver les corrections à lui appliquer.

» J'ai pensé qu'il était possible de pousser beaucoup plus loin la précision dans la construction d'une vis. Supposons, en effet, une vis filetée dans les conditions ordinaires; si, après avoir insufflé sur elle une poussière très fine d'émeri, nous la faisons passer dans un écrou en cuivre d'égale longueur, il y aura modification de l'écrou par la vis et réciproquement de la vis par l'écrou. Cette modification mutuelle de la vis et de l'écrou s'opère ainsi par un véritable rodage; il en résultera nécessairement une amélioration successive de l'une et de l'autre, et le degré de précision qui pourra être atteint dépendra à la fois des précautions de diverses natures prises dans le rodage et du temps qu'on y aura consacré.

» J'ai appliqué ce procédé à la construction d'une vis de $0^m,26$ de longueur et de $0^m,013$ de diamètre. Il y avait une difficulté considérable à obtenir un écrou d'une telle longueur parfaitement rectiligne, d'un écartement de filets et d'une dilatation identiques à ceux de la vis. Pour tourner cette difficulté, j'ai employé l'artifice suivant : j'ai formé un écrou par la réunion, sur une même base d'acier, de 10 petits écrous de forme cubique de $0^m,020$ de côté, séparés l'un de l'autre par un intervalle de $0^m,005$.

» Ces écrous étaient fendus suivant leur axe, de manière à permettre de faire varier à volonté au moyen d'une vis de pression l'ouverture de leur trou; j'ai vissé ces écrous partiels sur la vis que je me proposais de corriger et, avant de les fixer à la base d'acier, j'ai rodé ensemble les surfaces des écrous qui doivent s'appuyer sur cette base.

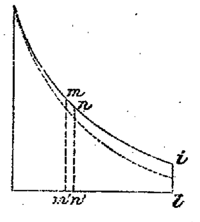
» Ayant ainsi composé mon écrou, j'ai fait passer la vis d'un bout à l'autre un très grand nombre de fois, en la retournant à chaque nouveau passage, bout pour bout.

» La vis corrigée par le procédé qui vient d'être décrit est actuellement montée sur une machine à diviser qui sert au tracé des réseaux sur verre argenté, destinés à la Carte photographique du Ciel.

» D'après les mesures faites avec des microscopes sur l'une de ces plaques à réseaux par MM. Trépied et Henry, il a été constaté que l'erreur maximum ne dépassait pas $0^{mm},0006$. »

CHIMIE. — *Études quantitatives sur l'action chimique de la lumière*. Deuxième partie : *Réactions sous différentes épaisseurs et avec différentes formes de vases*. Note de M. **Georges Lemoine**.

« Lorsque la lumière décompose un mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique, elle subit en le traversant une absorption qu'on peut admettre être la même que si l'eau remplaçait l'acide oxalique. En effet, devant deux vases identiques contenant le réactif, plaçons deux cuves de 25^{mm}, l'une avec de l'eau, l'autre avec de l'acide oxalique : les décompositions seront les mêmes. Il suffit donc de mesurer les absorptions du chlorure ferrique.



» *Calcul des quantités de réactif décomposées pour différentes épaisseurs.* — Soit une courbe $i = f(l)$ donnant les proportions de lumière transmises pour différentes épaisseurs l. Dans une couche très mince dl, le poids de réactif décomposé est proportionnel à l'intensité lumineuse i : il peut donc se représenter par un petit rectangle $mm'nn'$ dont la surface est $i\,dl$. On voit ainsi que le poids total de réactif décomposé dans un rectangle d'épaisseur l pendant un temps très court est proportionnel à la surface de la courbe $i = f(l)$. En d'autres termes, on l'obtiendra par une intégration.

» On n'a ainsi qu'une première approximation pour deux raisons qu'on trouvera discutées dans mon Mémoire et qui, en fait, n'ont pour les résultats qu'une importance secondaire. D'abord, dans notre mélange il peut y avoir partage des deux acides, et l'on suppose implicitement que le chlorure ferrique et l'oxalate ferrique (qui ont la même teinte) ont le même pouvoir absorbant. D'autre part, outre l'absorption physique, il peut y avoir une autre absorption correspondant au travail moléculaire de décomposition que *produit* ou *excite* la lumière : il faudrait alors, au lieu de la courbe i, prendre une autre courbe, un peu au-dessous, exprimant l'absorption totale. Mais la différence est faible. On va voir en effet que les décompositions observées sont à peu près égales aux décompositions calculées sans attribuer aux radiations lumineuses aucune dépense spéciale d'énergie en dehors de l'absorption physique.

» *Résultats des expériences dans les premiers temps de la réaction.* — I. Pour les cuves *rectangulaires* on part des formules de transmission du chlorure ferrique $\frac{1}{2}$ normal avec un ciel bien pur dans la belle saison (*Comptes rendus*, 27 avril 1891, p. 939). La décomposition du mélange optiquement équivalent, de chlorure normal et d'acide oxalique normal, en sera l'intégrale, d'après les relations

$$i = na^l + n'a'^l + \ldots,$$
$$S = \int_0^l i\,dl = \frac{na^l}{La} + \frac{n'a'^l}{La'} + \ldots - \frac{n}{La} - \frac{n'}{La'} - \ldots.$$

» II. Les tubes *circulaires* peuvent être décomposés en petits rectangles à chacun desquels s'applique le calcul précédent : cela revient à une intégrale double.

» L'expérience ne peut donner que des mesures comparatives : nous devrons donc considérer comme égale à l'unité la décomposition effectuée pour l'une des épaisseurs considérées. Voici quelques spécimens :

Épaisseur des rectangles ou diamètre des cercles.	Décomposition totale $S = \int_0^l i\,dl$.	Décomposition moyenne pour 1^{mmq} $s = \frac{1}{l}\int_0^l i\,dl$.	Rapports entre les décompositions moyennes. Théorie.	Expérience.	
		Rectangles : lumière blanche.			
1^{mm}	0,1408	0,1408	2,76	**2,8**	Dix expériences donnent de **2,68** à **3,00**
4	0,2041	0,0510	1	1	
65	0,5925	0,0091	0,18	**0,15**	
		Rectangles : lumière bleue.			
1	0,0915	0,0915	3,21	**3,44** / **3,32**	Réaction très rapide
4	0,1141	0,0285	1	1	
		Rectangles : lumière jaune.			
1	0,9417	0,9417	1,09	**1,16** / **1,12** / **1,08**	Réaction très lente
4	3,4730	0,8658	1	1	
		Cercles : lumière blanche.			
6	1,246	0,0441	1,82	**1,56** / **1,85**	
14	3,732	0,0242	1	1	
27	9,368	0,0164	0,68	**0,80** / **0,67**	

» III. Les différences pour les deux extrémités du spectre se conçoivent très bien. Avec le jaune, qui est la couleur de notre réactif, l'absorption est presque nulle : le rapport entre les décompositions moyennes est donc très rapproché de 1. Avec le bleu, l'absorption se fait dès les premières couches, qui seules sont décomposées énergiquement : dès lors, si d'une cuve de 1^m on passe à une cuve de 4^m, l'épaisseur ajoutée n'accroîtra presque en rien la décomposition totale : donc le rapport des décompositions moyennes se rapprochera de 4.

» *Vitesse de la réaction : théorie et expériences.* — A mesure que la décomposition s'avance, sa vitesse varie pour deux causes agissant en sens inverse : 1° la diminution de la teneur en matière décomposable; 2° le changement de transparence qui en résulte, puisque le chlorure ferrique, coloré, est remplacé par du chlorure ferreux presque incolore. Si ce changement physique n'avait pas lieu, la décomposition dy, dans le temps dt, serait proportionnelle au poids $(p-y)$ de matière décomposable existant actuellement et à l'intensité moyenne s de la lumière dans le vase considéré, soit, en appelant K′ une constante,

$$\frac{dy}{dt} = K' s (p-y). \tag{1}$$

» Pour apprécier le changement de transparence, représentons graphiquement les valeurs de s (toutes connues par nos formules) pour les différentes dilutions de notre réactif : $s = \varphi(p)$. A mesure que p se change en $(p-y)$, il faut, dans (1), prendre pour s une valeur nouvelle. En pratique, on peut, dans un certain intervalle, remplacer la courbe $s = \varphi(p)$ par un arc d'hyperbole, tel que $\frac{a}{b+(p-y)}$, d'où la formule suivante, qui peut s'intégrer par décomposition en fractions rationnelles

$$\frac{dy}{dt} = K'(p-y)\frac{a}{b+(p-y)} = K\frac{p-y}{b+(p-y)}.$$

» Comme tout est comparatif, on se donne la durée t de l'une des observations, et l'on y rapporte les autres. Voici quelques spécimens pour la lumière blanche et les liquides normaux, pendant de belles journées :

Rectangle de 1^m..... $Kt = 5,396\left[0,8802\frac{y}{p} - \log\left(1-\frac{y}{p}\right)\right]$,

Rectangle de 4^m..... $Kt = 8,415\left[1,8958\frac{y}{p} - \log\left(1-\frac{y}{p}\right)\right]$,

Cercle de 14^m....... $Kt = 21,157\left[1,5190\frac{y}{p} - \log\left(1-\frac{y}{p}\right)\right]$.

Rectangle de 1m. Dosage de FeCl.			Rectangle de 4m. Dosage de FeCl.			Cercle de 14m. Mesure du gaz dégagé : $p = 239^{cc}$.		
$\frac{y}{p}$.	Expérience.	Théorie.	$\frac{y}{p}$.	Expérience.	Théorie.	y (gaz).	Expérience.	Théorie.
0,452	$t = 12^{min}$	$t = 10,5^{min}$	0,22	$t = 20^{min}$	$t = 21^{min}$	63^{cc}	$t = 48^{min}$	$t = 46^{min}$
0,744	20	20 donnée	0,32	31	31 donnée	82	60	61
0,935	30	32	0,40	40	40	110	84	84 donnée
»	»	»	0,50	50	50,5	120	91	93
»	»	»	0,66	69	69	142	113	112

CHIMIE. — *Sur quelques composés formés par le chlorure mercurique.* Note de M. G. André.

« Je réunis dans cette Note l'étude d'un nouveau sel double formé par le chlorure mercurique et celle des combinaisons de ce même chlorure avec l'aniline et la benzylamine.

» I. J'ai réussi à préparer certains chlorures doubles ammoniacaux de zinc et de mercure en dissolvant dans le chlorure d'ammonium, soit les deux oxydes, soit un oxyde et un chlorure.

» Je dissous à chaud de l'oxyde de zinc dans une solution concentrée de sel ammoniac, et j'ajoute peu à peu à l'ébullition du chlorure mercurique à refus. Après refroidissement, la masse cristalline est égouttée sur du papier. Elle représente un chlorure double ammoniacal de zinc et de mercure, de composition assez constante :

$$4ZnCl^2.HgCl^2.10AzH^3 + 2H^2O\ (^1).$$

Il semble que chaque chlorure ait conservé dans le sel double son type primitif de chlorure ammoniacal. En effet, le chlorure de zinc ammoniacal qu'on obtient par dissolution de l'oxyde dans le sel ammoniac, ou celui qu'on prépare par dissolution du chlorure de zinc dans l'ammoniaque, contiennent, tous deux, pour une molécule de chlorure, deux molécules d'ammoniaque. Il en est de même du chlorure ammoniacal de mercure, dont j'ai parlé dans une Note précédente et dont la formule est

$$HgCl^2.2AzH^3.$$

(1) Calculé... Cl = 34,77; Zn = 25,46; Hg = 19.58; Az = 13,71
Trouvé... Cl = 34,59; Zn = 24,70-24,92; Hg = 19,28; Az = 13,91

Dans le sel double que je viens de décrire, il existe bien 10 molécules d'ammoniaque pour 5 molécules des chlorures. Ce sel, chauffé dans un petit tube, dégage de l'eau, fond et donne un sublimé blanc avec dégagement d'ammoniaque. L'eau bouillante ne le dissout pas, mais le décompose en donnant un corps amorphe, mélange d'oxychlorure de zinc et de chlorure d'oxydimercuriammonium. Il se dissout aisément dans l'acide chlorhydrique.

» II. On obtient un chlorure double, de formule analogue, en dissolvant simultanément 20^{gr} d'oxyde de zinc et 20^{gr} d'oxyde jaune de mercure dans une solution bouillante contenant 100^{gr} de sel ammoniac. La dissolution de ce dernier oxyde est assez lente et exige une bonne ébullition. Le composé cristallin déposé par refroidissement est séché sur du papier. Il répond à la formule $2ZnCl^2.HgCl^2.6AzH^3 + \frac{1}{2}H^2O$ (1). Il se conduit comme le précédent dont il possède, comme on voit, le même type de formule.

» III. L'aniline agit sur le chlorure mercurique en donnant, comme l'ammoniaque, deux sortes de composés : 1° un composé d'addition bien connu : $(C^6H^5AzH^2)^2.HgCl^2$, et 2° un composé de substitution

$$C^6H^5AzH.HgCl$$

décrit par Forster (*Berichte*, t. VII, p. 294). On peut facilement préparer un autre composé d'addition en agitant à froid 1^{mol} de sublimé dissous dans l'eau avec 2^{mol} d'aniline. On filtre, on lave le précipité blanc et on le sèche à 110°. Sa formule est $C^6H^5AzH^2.HgCl^2$ (2). Si l'on mélange à froid des solutions aqueuses de sublimé et d'aniline avec excès d'aniline, il se précipite, par un contact prolongé, des corps qui, lavés à l'eau et séchés à 110°, donnent à l'analyse un excès de mercure par rapport au chlore, excès dû probablement à de l'oxyde. Car ces composés, chauffés dans un petit tube, dégagent un peu d'eau. On n'arrive pas à un meilleur résultat avec des solutions alcooliques bouillantes.

» J'ai préparé un composé de substitution, différent de celui signalé plus haut, en versant peu à peu dans une solution bouillante d'aniline (8 molécules) 1 molécule de sublimé. Le corps jaunâtre qui se précipite

(1) Calculé... Cl = 32,56; Hg = 30,58; Zn = 19,87; Az = 12,84
Trouvé... Cl = 32,42; Hg = 30,12; Zn = 20,30; Az = 12,70

(2) Calculé... C = 19,79; H = 1,92; Cl = 19,50; Hg = 54,94; Az = 3,85
Trouvé... C = 19,24; H = 2,07; Cl = 19,34; Hg = 55,15; Az = 3,50

a été lavé et séché à 110°; il répond à la formule

$$5C^6H^5.AzH.HgCl + 2HgCl^2 \quad (^1).$$

Ce corps qui représente une combinaison de chlorure mercurique avec le corps substitué est l'analogue du composé $AzH^2.HgCl + HgCl^2$ obtenu par Millon dans l'action de l'ammoniaque sur un grand excès de sublimé. Il est très stable; en effet, chauffé avec de l'alcool ou avec de l'eau pendant plusieurs heures, il n'abandonne pas de chlorure mercurique, mais se transforme seulement dans le composé

$$3C^6H^5AzH.HgCl + 2HgCl^2 \quad (^2).$$

Je n'ai pas réussi à préparer uniquement un composé de substitution tel que celui indiqué par Forster, et j'ai toujours obtenu, dans les différentes opérations que j'ai effectuées, les deux composés susindiqués.

» IV. Avec la benzylamine les résultats sont plus nets; la présence de AzH^2 dans la chaîne latérale rapprochant ce corps de l'ammoniaque ou des amines grasses, lesquelles donnent si facilement, avec $HgCl^2$, des composés d'addition et de substitution.

» On obtient un composé d'addition en faisant bouillir un excès de sublimé (4 molécules) et ajoutant peu à peu 1 molécule de benzylamine dissoute. Le précipité blanc formé a été chauffé avec de l'eau plusieurs fois et finalement séché à 110°. Il répond à la formule

$$C^6H^5.CH^2.AzH^2.HgCl^2 \quad (^3).$$

On obtient encore ce même composé en chauffant à l'ébullition 1 molécule de sublimé avec 2 molécules de benzylamine, les deux corps étant en solution alcoolique.

» Quant au composé de substitution, on le prépare en versant dans 4 molécules de benzylamine, en solution aqueuse bouillante, 1 molécule de chlorure mercurique. Il faut ensuite faire bouillir pendant longtemps le précipité blanc avec de l'alcool, puis le sécher à 110°. Sans cette précau-

---

(1)	Calculé ...	C = 16,51;	H = 1,38;	Cl = 14,66;	Hg = 64,24;	Az = 3,21
	Trouvé ...	C = 16,31;	H = 1,47;	Cl = 15,05;	Hg = 64,38;	Az = 2,64
(2)	Calculé ...	C = 14,17;	H = 1,18;	Az = 2,75;	Hg = 65,60;	Cl = 16,30
	Trouvé ...	C = 14,33;	H = 1,38;	Az = 2,74;	Hg = 65,31;	Cl = 16,47
(3)	Calculé ...	C = 22,22;	H = 2,39;	Az = 3,70;	Hg = 52,91;	Cl = 18,78
	Trouvé ...	C = 22,05;	H = 2,45;	Az = 3,88;	Hg = 53,36;	Cl = 18,43

tion, le composé renfermerait un excès de mercure, peut-être à l'état d'oxyde combiné. Sa formule est

$$C^6H^5.CH^2.AzH.HgCl \quad (^1).$$

Il est insoluble dans l'eau bouillante, tandis que le composé d'addition s'y dissout bien. »

CHIMIE. — *Énoncé d'une loi générale déterminant, en fonction simple de la constitution chimique des corps, les températures de leurs changements d'état sous toutes les pressions.* Note de M. G. **Hinrichs**.

« Les composés linéaires normaux, comme les paraffines, les alcools, les acides, ont une forme atomique à peu près prismatique. Tous les autres composés sont référables à ceux-là, ou par substitution ou par isomérie. Il y a une vingtaine d'années déjà, j'ai montré comment les changements d'état des composés isomériques et de substitution sont déterminés en mécanique moléculaire (*Comptes rendus* de 1873 et de 1875). Reste donc à trouver les lois fondamentales pour les composés prismatiques.

» La température t d'ébullition d'un composé prismatique est une somme de deux fonctions distinctes

$$t = y_1 + y_2 \tag{1}$$

où

$$y_1 = k_1(\log a - \log \alpha_1) \tag{2}$$

et

$$y_2 = k_2(\log \alpha_2 - \log a)^2. \tag{3}$$

» Les α_1 et α_2 représentent des valeurs définies du poids atomique a, k_1 et k_2 sont des constantes.

» Pour toute valeur du poids atomique a excédant α_2, (1) se réduit à $t = y_1$, dont l'expression (2) détermine en fonction de $x = \log a$ la *ligne droite* de y_1 que j'appelle la *limite logarithmique*. Pour toute valeur inférieure

(1) Calculé... C = 24,60; H = 2,35; Az = 4,10; Hg = 58,56; Cl = 10,39
Trouvé... C = 24,32; H = 2,50; Az = 4,08; Hg = 58,90; Cl = 10,23

à α_2 il faut ajouter à la valeur y_1 l'ordonnée *parabolique* y_2 déterminée par (3). La courbe des points d'ébullition pour une série homologue de forme atomique prismatique se compose donc d'un arc parabolique (3) tangent à la limite logarithmique (2) au point déterminé par $a = \alpha_2$. La valeur k_1 détermine l'inclinaison de la limite logarithmique et j'appelle k_2 le *paramètre* de l'arc parabolique.

» Tous les composés dérivables par substitution terminale des paraffines normales n'ont qu'une seule limite logarithmique donnée par

$$k_1 = 583°,75 \qquad \text{et} \qquad \alpha_1 = 72,78,$$

la pression étant 760^{mm}. De plus, chaque série homologue comprise dans ce grand nombre de composés est complètement représentée par les valeurs spéciales des deux constantes α_2 et k_2. Par exemple, les trente-cinq paraffines normales C_nH_{2n+2} sont représentées par $\alpha_2 = 201°$ et $k_2 = 200°$. Pour les monamines, on trouve toutes les valeurs 278° et 225°, et ainsi de suite. De plus, ces constantes sont fonction de l'atome ou du radical formant la tête substituante de l'atome prismatique général.

» Si l'on adopte un troisième axe de coordonnées pour $\log p = z$, où p est la pression des vapeurs saturées, les valeurs des constantes citées de (1) à (3) appartiennent au plan XY déterminé par la valeur $z = \log 760$. Pour le plan XY passant par $z = \log 15$, la limite logarithmique (1) est déterminée par $k_1 = 517°,0$ et $\alpha_1 = 113°,81$. On voit qu'elle fait un angle moins grand avec l'axe des X et s'est déplacée du côté droit. La *surface limite logarithmique* de tous ces composés pour toutes pressions est le paraboloïde hyperbolique déterminé par les limites dans les plans de 15^{mm} et 760^{mm}.

» Pour un liquide quelconque, la température absolue T d'ébullition sous pression p (en atmosphères) est déterminée par la même loi générale un peu spécialisée, comme il suit :

$$T = Y_1 + Y_2, \tag{4}$$

où

$$Y_1 = K_1(1,4 + \log p) \tag{5}$$

et

$$Y_2 = K_2(\log \pi - \log p)^2. \tag{6}$$

» Les limites logarithmiques (5) de tous les liquides passent par le même point de zéro *absolu*, déterminé par

$$T = 0 = -273 \quad \text{et} \quad \log p = -1,4.$$

Pour chaque liquide, cette limite s'étend supérieurement jusqu'au point critique $p = \pi$ et $T = \theta$. Pour beaucoup de composés, ce point peut se calculer d'après la composition chimique, ainsi que la valeur du paramètre K_2. On comprend que la courbe parabolique est tangente à la limite logarithmique au point critique.

» Il va sans dire que la même loi est applicable aux tensions de dissociation et même à la solubilité des solides dans les liquides.

» Les températures de fusion s'obtiennent simplement en changeant un signe dans (1), ou

$$(7) \qquad t = y_1 - y_2,$$

ce qui place la courbe parabolique au-dessous de la limite logarithmique.

» Un des résultats les plus remarquables de cette recherche est la détermination mécanique de la position vraie des atomes de carbone dans les séries organiques et l'explication complète de la différence du point de fusion des composés contenant un nombre pair ou impair de carbone.

» En posant $\log a = x$, $\log p = z$ et, de même, $\log \alpha = \xi$ et $\log \pi = \zeta$, les formules (1) à (7) deviennent

$$(8) \qquad t = y_1 \pm y_2, \qquad y_1 = k_1(x - \xi), \qquad y_2 = k_2(\xi_2 - x)^2,$$
$$(9) \qquad T = Y_1 + Y_2, \qquad Y_1 = K_1(z - \zeta_1), \qquad Y_2 = K_2(\zeta - z)^2.$$

Ces formules font voir toute la simplicité des lois énoncées, et aussi déterminent les surfaces résultantes par les coordonnées x, z et $y = t = T$ en général. »

CHIMIE. — *Sur le séléniure de bore.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« On n'avait jamais, jusqu'à présent, obtenu de combinaison du sélénium avec le bore. Je suis parvenu à préparer le séléniure de bore en faisant arriver des vapeurs de sélénium sur le bore amorphe chauffé au rouge. On opère plus régulièrement en se servant d'un courant d'hydrogène sélénié

bien sec, qu'on dirige lentement sur le bore maintenu au bon rouge dans un tube en verre de Bohême.

» Le bore brun noirâtre est *entièrement* transformé en séléniure gris jaunâtre ne présentant aucune trace de fusion ([1]). Au delà de la nacelle qui contient la matière, les parois du tube sont tapissées d'un mince dépôt pulvérulent de séléniure borique jaune clair où apparaissent, un peu plus loin, de fines gouttelettes de sélénium vitreux, puis du sélénium rouge écarlate pulvérulent.

» Le séléniure de bore est donc moins fusible et moins volatil que le sulfure.

» Au contact de l'eau, il réagit vivement en donnant un dégagement tumultueux d'hydrogène sélénié; il apparaît en même temps une certaine dose de sélénium rouge pulvérulent, mis en liberté.

» Le séléniure jaune, condensé sur les parois du tube, est détruit par l'eau sans dépôt de sélénium, et donne seulement de l'acide borique et de l'hydrogène sélénié, dont la dissolution, d'abord limpide et incolore, ne tarde pas à s'oxyder en se remplissant de sélénium rouge.

» Le séléniure de bore dégage une odeur extrêmement irritante et pénible, due visiblement à l'acide sélénhydrique que l'humidité de l'air fait apparaître.

» L'action de l'eau sur le séléniure jaune montre que sa composition est comparable à celle du sulfure ou de l'anhydride borique, et se trouve représentée par la formule B^2Se^3. Une analyse rapide de la matière grise m'a conduit à un résultat semblable. Je poursuis en ce moment des recherches sur la chaleur de formation de ce composé, ainsi que sur le tellurure de bore. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'acide iodhydrique sur le bromure de bore.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« L'acide iodhydrique sec sans action sur le bromure de bore BBr^3 à la température ordinaire donne, à une température plus élevée, trois produits de substitution :

$$BBr^2I,\ BBrI^2,\ BI^3.$$

([1]) Cette absence de fusion favorise la transformation totale de la matière ; on a vu dans ma précédente Communication (même Tome, p. 862), qu'il n'en est pas ainsi pour le sulfure.

» On dirige à travers un tube de verre chauffé à une température voisine de 300°-400° un courant de gaz iodhydrique entraînant des vapeurs de bromure de bore et l'on répète cette opération à plusieurs reprises avec les parties les plus volatiles du produit recueilli. Le liquide obtenu, fortement coloré par de l'iode, est mis à digérer avec du mercure, puis l'on sépare par des distillations le bromure inaltéré qui se trouve en majeure partie.

» Le rendement est très mauvais et, malgré plusieurs opérations successives, qui ont porté sur près de 500^{gr} de bromure de bore, la quantité de produit substitué a été si petite qu'il n'a pu être soumis qu'à deux fractionnements, ce qui n'a pas permis d'isoler les bromoiodures à l'état de pureté complète; l'iodure de bore se sépare facilement des produits qui précèdent. Les essais tentés pour obtenir un meilleur rendement ont été nombreux; au rouge vif la substitution est nulle.

» Les bromoiodures, comme l'iodure de bore, se colorent rapidement à l'air et à la lumière par mise en liberté d'iode; la lumière seule semble incapable de produire cette décomposition. Le mécanisme de cette décomposition paraît être le suivant : l'humidité de l'air met en liberté de l'acide iodhydrique qui, en présence de la lumière et de l'oxygène de l'air, est décomposé avec mise en liberté d'iode. Ils sont décomposés par l'eau avec violence.

» Le bromoiodure BBr^2I est un liquide incolore, qui distille vers 125°.

» Voici une analyse de ce corps : le bore a été dosé à l'état d'acide borique $BO^3, 3HO$ en évaporant à une douce chaleur (50°-60°), dans un courant d'air, le produit de la décomposition par l'eau.

	Poids de substance.	Bo pour 100.	Ag $\genfrac{}{}{0pt}{}{Br}{I}$ pour 100.	Pour 2 Ag Br + Ag I pour 100.	
	0,694	4,26	»	»	
	0,552	»	210,15	Br... 55,03 I.... 43,68	Σ = 98,71
Théorie pour BBr^2I....	»	3,72	»	Br... 53,69 I.... 42,61	Σ = 96,30

» Le bromoiodure $BBrI^2$, liquide incolore, distille vers 180° :

	Poids de substance.	Bo pour 100.	Ag $\genfrac{}{}{0pt}{}{Br}{I}$ pour 100.	Pour Ag Br + 2 Ag I pour 100.	
	1,038	3,12	»	»	
	0,711	»	192,40	Br... 23,39 I.... 74,27	Σ = 97,66
Théorie pour $BBrI^2$....	»	3,01	»	Br... 23,18 I.... 73,62	Σ = 96,80

» Enfin l'iodure de bore a donné à l'analyse :

	Poids de substance.	B pour 100.	I pour 100.
	1,119	2,53	»
	0,995	»	98,20
Théorie pour BI^3....	»	2,81	97,19

CHIMIE. — *Sur les chromites basiques de magnésie et de zinc et sur le chromite neutre de cadmium.* Note de M. G. **Viard**, présentée par M. Troost.

« Bien qu'on n'ait obtenu, par voie sèche, que des chromites neutres MO, Cr^2O^3, il est facile de préparer des chromites basiques de magnésium et de zinc, tandis que le cadmium, dans des conditions semblables, ne fournit qu'un chromite neutre. Les principales circonstances de formation de ces composés sont : la calcination du chromate, l'action, au rouge sombre, du bichromate de potasse sur l'oxyde, l'action du chromate ou du bichromate de potasse sur le chlorure.

» Quel que soit le mode de préparation, il faut toujours les traiter par l'acide chlorhydrique bouillant pour enlever l'oxyde non combiné qui se trouve mélangé au chromite inattaquable par les acides; on doit ensuite laver et recueillir ces composés par décantation, parce qu'ils passent à travers les filtres lorsqu'ils sont bien lavés.

» Les analyses ont été faites, soit en les fondant avec un mélange de carbonate de soude et de chlorate de potasse, soit en les attaquant par un mélange d'acide nitrique et de chlorate de potasse.

» Chromites de magnésie. — 1° *Calcination du chromate de magnésie.* — La calcination du chromate de magnésie au rouge naissant fournit une poudre brun clair, correspondant à la formule $2MgO, Cr^2O^3$:

	Trouvé.	Calculé pour $2MgO, Cr^2O^3$.
MgO........................	34,53	34,33
Cr^2O^3........................	65,62	65,67

» Si l'on opère la calcination à des températures de plus en plus élevées, des quantités croissantes de magnésie se séparent de la combinaison avec l'oxyde de chrome, jusqu'à une limite $5MgO, 4Cr^2O^3$, que l'on atteint un peu au-dessus de la fusion de l'argent et qui ne se modifie pas quand on élève la température jusqu'au rouge blanc; la teinte seule varie, et, de gris jaune vers la fusion de l'argent, elle passe à très haute

température au vert grisâtre. Voici les analyses de deux produits obtenus à ces deux températures :

	I.	II.	Calculé pour $5MgO, 4Cr^2O^3$.
MgO	24,52	24,53	24,63
Cr^2O^3	75,72	75,42	75,37

» Ce composé $5MgO, 4Cr^2O^3$ prend encore naissance quand on chauffe fortement un mélange de chromate neutre de potasse, de sulfate de magnésie déshydraté et de sulfate de potasse : deux préparations ont donné des produits renfermant respectivement 24,44 et 24,50 pour 100 de magnésie.

» La calcination du chromate double de magnésie et de potasse fournit exactement les mêmes produits que celle du chromate simple dans les mêmes conditions.

» 2° *Action du bichromate de potasse sur la magnésie.* — Elle permet d'obtenir un composé intermédiaire entre les deux précédents. En chauffant au rouge sombre un mélange de magnésie et de bichromate de potasse, il se dégage de l'oxygène et il se forme une poudre brune d'un chromite de magnésie, qui a pour formule

$$3MgO, 2Cr^2O^3,$$

quelles que soient les proportions de bichromate et de magnésie employées.

» Voici les analyses des trois produits obtenus en chauffant respectivement 1 équivalent de magnésie avec 1, 4 et 6 équivalents de bichromate :

	I.	II.	III.	Moyenne.	Calculé pour $3MgO, 2Cr^2O^3$.
MgO	28,43	28,15	28,16	28,25	28,17
Cr^2O^3	71,25	71,84	71,82	71,63	71,83

» 3° *Action des chromates alcalins sur le chlorure de magnésium.* — Bien qu'en traitant au rouge sombre le chlorure de magnésium, soit par le chromate neutre, soit par le bichromate de potasse, on obtienne des produits voisins de $3MgO, 2Cr^2O^3$ et de $5MgO, 4Cr^2O^3$, je ne crois pas cette réaction susceptible de fournir des composés bien purs, à cause de la facilité avec laquelle l'oxygène mis en liberté attaque le chlorure de magnésium. Or M. Fremy ayant montré que le chlore, agissant au rouge sur les chromates alcalins, fournit Cr^2O^3, on doit craindre, dans ces conditions, d'obtenir un chromite de magnésie plus ou moins mélangé d'oxyde de chrome. C'est, du reste, ainsi que, en faisant passer de la vapeur de MgCl sur du chromate neutre de potasse fortement chauffé, on obtient un produit cristallisé que l'examen microscopique reconnaît être un mélange de lamelles d'oxyde de chrome et d'octaèdres de chromite de magnésie.

» Chromites de zinc. — 1° *Calcination du chromate de zinc.* — Le chromate de zinc se décompose déjà, quoique lentement, à 440°, en fournissant une poudre d'un noir violacé correspondant à la formule $3ZnO, 2Cr^2O^3$.

	Trouvé.	Calculé pour $3ZnO, 2Cr^2O^3$.
ZnO	44,03	44,35
Cr^2O^3	55,95	55,65

» Si l'on effectue cette calcination à des températures de plus en plus élevées, des quantités croissantes de ZnO se séparent de la combinaison avec l'oxyde de chrome; mais, tant que la température n'est pas très élevée, ce dédoublement ne se fait que lentement. A très haute température, on obtient des produits dont la composition se rapproche de plus en plus de celle du chromite neutre ZnO, Cr^2O^3, mais sans arriver à concorder exactement avec elle : ainsi, après plusieurs heures de chauffe au rouge blanc, la teneur en ZnO était de 36,30, soit 1,60 de plus que ne le comporte la formule ZnO, Cr^2O^3. Ces produits présentent un changement de teinte analogue à celui qu'on observe dans le cas de la magnésie : du gris violacé, ils passent au vert sale quand la température de la calcination atteint le rouge blanc.

» 2° *Action du bichromate de potasse sur l'oxyde de zinc.* — En chauffant au rouge sombre un mélange d'oxyde de zinc et de bichromate, on obtient une poudre d'un brun rougeâtre ayant pour composition $6ZnO, 5Cr^2O^3$, quelles que soient les proportions respectives d'oxyde et de bichromate. Voici les analyses des produits obtenus en chauffant 1 équivalent de ZnO avec 0,8, 1, 2 et 4 équivalents de bichromate.

	I.	II.	III.	IV.	Moyenne.	Calculé pour $6ZnO, 5Cr^2O^3$.
ZnO	38,65	39,42	38,67	39,09	38,96	38,94
Cr^2O^3	61,56	60,57	61,77	60,80	61,17	61,06

» 3° *Action du chromate neutre de potasse sur le chlorure de zinc.* — L'action du chromate neutre sur le chlorure de zinc, au-dessous du rouge, fournit des produits dont la composition dépend de la proportion des réactifs employés tant que l'un d'eux n'est pas en notable excès par rapport à l'autre. Suivant que c'est le chromate ou le chlorure qui domine, on obtient soit $6ZnO, 5Cr^2O^3$, soit $3ZnO, 2Cr^2O^3$; avec des proportions intermédiaires, on obtient des produits qui doivent être considérés comme des mélanges des deux chromites précédents. Il en est du moins ainsi quand on effectue cette réaction au-dessous du rouge; car, lorsqu'on fait passer le chlorure en vapeur sur le chromate chauffé au rouge blanc, on obtient, comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CIX), le chromite neutre en octaèdres réguliers.

» 4° *Action du bichromate de potasse sur le chlorure de zinc.* — Cette action, effectuée au-dessous du rouge, fournit des produits dont la teneur en oxyde de zinc oscille entre 43,40 et 36,23. On doit donc les regarder comme des mélanges de chromite neutre avec les deux chromites basiques précédents.

» La calcination au rouge d'un mélange de chlorure de zinc et de bichromate, indiquée, en 1877, par M. Gerber comme fournissant le chromite neutre, peut donner, en effet, ce composé, mais seulement à la condition que le bichromate soit employé en très notable excès (5 équivalents de bichromate pour 1 équivalent de chlorure).

» Chromite neutre de cadmium. — Le cadmium présente des résultats bien moins complexes que le magnésium et le zinc; il ne fournit qu'une seule combinaison, le chromite neutre CdO, Cr^2O^3.

» 1° *Calcination du chromate de cadmium.* — Le chromate de cadmium, beaucoup plus stable que celui de zinc, n'éprouve aucune décomposition à 440°; il faut le

chauffer au rouge pour le décomposer, et il fournit alors une poudre verte de chromite neutre :

	Trouvé.	Calculé pour $CdO\,Cr^2O^3$.
CdO	45,46	45,56
Cr^2O^3	54,20	54,44

» 2° *Action du bichromate de potasse sur l'oxyde de cadmium.* — En chauffant au rouge un mélange de bichromate et d'oxyde, soit au-dessous, soit au-dessus de la fusion de l'argent, on obtient le même composé. Voici les analyses de deux produits obtenus, l'un au-dessous, l'autre au-dessus de la fusion de l'argent :

CdO	46,20	45,10
Cr^2O^3	53,85	54,27

» 3° *Action des chromates alcalins sur le chlorure de cadmium.* — Ce n'est qu'en faisant passer le chlorure en vapeurs sur le chromate neutre fortement chauffé qu'on obtient (*Comptes rendus*, t. CIX) le chromite neutre cristallisé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'érythrate disodique.* Note de M. de Forcrand.

« J'ai décrit récemment ([1]) des érythrates de potassium et de sodium hydratés et monobasiques qui se forment à froid par l'action de 1 équivalent d'érythrite sur 1 ou 2 équivalents de potasse ou de soude, en dissolution concentrée. L'action de la chaleur change ces corps en érythrates anhydres $C^8H^9KO^8$ et $C^8H^9NaO^8$.

» Dans la préparation de l'érythrate de potassium, j'ai toujours obtenu le même composé en augmentant les proportions de potasse, de 2 à 25 équivalents. Au contraire, avec la soude, j'ai pu préparer plusieurs érythrates nouveaux et polybasiques en employant une quantité de cette base supérieure à 2 équivalents.

» I. *Érythrate disodique.* — Il suffit, pour l'isoler, d'abandonner pendant deux ou trois jours, à l'abri de l'air extérieur et en présence d'acide phosphorique anhydre, un mélange de 1 équivalent d'érythrite et de 3 équivalents de soude, l'une et l'autre en dissolution aqueuse concentrée. On peut aussi dissoudre directement l'érythrite pulvérisée dans une dissolution de soude au maximum de concentration ($0^{gr},425$ de Na par centi-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 484 et 532.

mètre cube) et légèrement chauffée. Il se dépose peu à peu, et plus rapidement dans le second cas, des cristaux groupés en étoiles. On les recueille avant qu'ils aient envahi toute la masse, et on les prive de l'eau-mère au moyen de plaques poreuses de porcelaine. Ils contiennent :

Na pour 100	dosé alcalimétriquement..	19,25
	dosé à l'état de sulfate ...	19,24

» La formule $C^8H^8Na^2O^8$, 8HO correspond à 19,33.

» Ce composé est donc un érythrate disodique hydraté.

» Il perd exactement 8 équivalents d'eau (30,25 pour 100 de son poids) lorsqu'on le chauffe entre 135° et 140° dans un courant d'hydrogène. Le résidu blanc, amorphe, poreux, très hygroscopique, est formé par de l'érythrate disodique parfaitement pur : $C^8H^8Na^2O^8$.

» L'analyse a donné :

Na pour 100	dosé alcalimétriquement..	27,57
	dosé à l'état de sulfate...	27,52

» La formule $C^8H^8Na^2O^8$ exige 27,71 pour 100.

» Ce corps est le premier alcoolate disodique que l'on ait préparé à l'état de pureté; car j'ai montré précédemment que ni le composé décrit autrefois par Wurtz sous le nom de *glycolalcoolate disodique*, ni le glycérinate disodique que j'ai obtenu moi-même n'ont exactement la composition d'alcoolates bibasiques.

» II. *Érythrate disodique combiné à l'hydrate de soude.* — Si, dans l'expérience précédente, on augmente encore l'excès de soude jusqu'à 5 équivalents, on n'obtient pas une substitution plus complète du sodium à l'hydrogène de l'érythrite. Les cristaux, recueillis et desséchés comme les précédents, donnent à l'analyse les nombres suivants :

Na pour 100	dosé alcalimétriquement....	22,25
	dosé à l'état de sulfate......	22,07
C pour 100	....	11,48
H pour 100	....	6,93

Ces résultats correspondent exactement à la formule

$$C^8H^8Na^2O^8 + 2NaHO^2 + 19HO$$

qui exige

Na....... 22,06 C........ 11,51 H........ 6,95

C'est donc un érythrate disodique combiné à 2 équivalents d'hydrate de soude et à 19 équivalents d'eau. La soude n'y est pas simplement mélangée, ainsi que je m'en suis assuré en faisant l'étude thermique de ce corps.

» Ce composé, chauffé à 135°-140° dans un courant d'hydrogène sec, entre en fusion et perd beaucoup d'eau. Lorsque le poids est devenu constant, la matière est de nouveau solide et la diminution du poids est de 40,96 pour 100, ce qui correspond exactement à 19 équivalents d'eau (41,01 pour 100).

» Le résidu blanc, amorphe, est donc formé par le corps

$$C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2.$$

Son poids reste ensuite constant, même à 150° et 160°; à une température plus élevée, il se colore et se décompose profondément.

» Les quatre érythrates nouveaux dont je viens d'indiquer la préparation ont donc pour formules

$$C^8H^8Na^2O^8,$$
$$C^8H^8Na^2O^8, 8HO,$$
$$C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2,$$
$$C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2, 19HO.$$

» L'analyse du premier ne peut conduire à une autre formule; quant aux trois autres, je me suis assuré, en en faisant l'étude thermique, que ce sont bien aussi des érythrates disodiques et que leur constitution est celle qu'indiquent les formules que je propose.

» III. Il résulte de ces recherches que, tandis qu'on peut remplacer facilement le premier et le second équivalent d'hydrogène alcoolique de l'érythrite par le sodium, les deux autres résistent à cette action, même en présence d'un excès de soude, et ne se prêtent pas à une substitution dans les mêmes conditions. L'excès de base s'ajoute simplement à l'érythrate disodique et refuse d'entrer dans la molécule. Ce fait a une certaine importance en raison de la constitution des alcools polyatomiques supérieurs au glycol et, en particulier, de l'érythrite, où se trouvent réunies quatre fonctions alcooliques dont deux sont primaires et deux secondaires. Déjà, en étudiant les glycérinates polybasiques, j'avais isolé un corps ayant à peu près la composition du glycérinate disodique, mais je n'avais pas pu obtenir la troisième substitution qui correspondrait à la fonction d'alcool secondaire. On est donc conduit à se demander si les alcools secondaires

peuvent former de véritables alcoolates et dans quelles conditions. On sait déjà que les aldéhydes secondaires ne se comportent pas vis-à-vis des bases comme les aldéhydes primaires. Il y aurait intérêt à rechercher si ces différences sont du même ordre et quelle est exactement leur nature. J'ai entrepris dans ce but des expériences encore inachevées sur l'alcool isopropylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Discussion des expériences de Biot relatives aux dissolutions dans l'eau de l'acide tartrique en présence de la potasse ou de la soude*. Note de M. **Aignan**.

« Pour étudier à l'aide du polarimètre les combinaisons susceptibles de se former dans les dissolutions de substances actives, Biot déduisait, de l'observation de la rotation ω imprimée au plan de polarisation d'un rayon lumineux par une colonne de liquide de longueur l, la quantité

$$(\omega) = \frac{M\omega}{Pl\delta},$$

M désignant la masse de dissolution contenant un poids P de corps actif et δ étant le poids spécifique de la dissolution. Ayant représenté graphiquement les résultats de ses mesures, il trouva que la ligne représentative des valeurs de (ω) pour les dissolutions d'acide tartrique dans l'eau, au lieu de deux droites se coupant que l'on pouvait attendre *a priori*, représentait une hyperbole équilatère. Ce résultat conduisit Biot à admettre qu'il se formait, dans la dissolution examinée, des combinaisons en proportion continûment variables. Je crois pouvoir établir qu'on peut donner, de ce résultat et des résultats analogues que peuvent présenter les autres dissolutions, une interprétation différente en admettant que les dissolutions sont le siège de phénomènes de dissociation.

» Biot examina ensuite les dissolutions de l'acide tartrique dans l'eau, en présence de la potasse ou de la soude ([1]). En appliquant ma théorie au cas présenté par ces dernières dissolutions, je trouve que la ligne représentative des valeurs de (ω) doit, ainsi d'ailleurs que celle de ω, présenter, au lieu des deux droites qu'indique la théorie de Biot, des arcs de courbe se coupant en des points anguleux. Biot, qui avait multiplié les

([1]) *Mémoires de l'Institut de France*, t. XVI.

mesures quand il s'agissait de la dissolution de l'acide tartrique dans l'eau ou dans l'alcool, en fit seulement un petit nombre pour les dissolutions d'une même série dans ce nouveau travail. Persuadé, sans doute, que les phénomènes devaient être analogues dans les deux cas, il ne détermina, dans chaque série d'expériences, les valeurs de $(\omega) = \frac{M\omega}{Pl\delta}$ que pour cinq ou six liqueurs au plus; et, comme les nombres obtenus variaient régulièrement, il en conclut que, cette fois encore, il se produisait, dans la dissolution, des *combinaisons en proportions continûment variables*.

» Pour me permettre de vérifier mes conjectures à ce sujet, les résultats de Biot n'étaient pas suffisamment nombreux et je me suis proposé de les compléter. Cette étude était particulièrement intéressante, car je pouvais soupçonner d'avance la position d'au moins deux points anguleux. Comme l'acide tartrique forme, avec la potasse et la soude : 1° un bitartrate; 2° un tartrate neutre, on prévoit, en effet, que les dissolutions qui, pour un poids invariable ($150^{gr} = 1$ équivalent) d'acide tartrique, contiendront des poids de soude graduellement croissants à partir de zéro, présenteront des points anguleux correspondant : 1° à 1 équivalent; 2° à 2 équivalents de soude.

» Les dissolutions que j'ai préparées contenaient toutes, pour une masse $M = 4000^{gr}$, 1 équivalent $= 150^{gr}$ d'acide tartrique et des poids de soude variant de 0 à $\frac{22}{5}$ d'équivalent. Ces dissolutions ont été examinées à la température de 14°, dans un tube ayant une longueur de $0^m,50$, et elles m'ont fourni les résultats suivants :

Quantité de soude.	Rotation ω_D.	Densité δ.	$[\omega] = \frac{M\omega}{Pl\delta}$.	Quantité de soude.	Rotation ω_D.	Densité δ.	$[\omega] = \frac{M\omega}{Pl\delta}$.
0	+2°36′	1,0172	13,66	$\frac{11}{5}$ d'éq...	+7°43′	1,0361	39,69
$\frac{1}{5}$ d'éq....	3,4	1,0189	16,05	$\frac{12}{5}$ » ..	7,42	1,0380	39,56
» ...	»	»	»	$\frac{13}{5}$ » ..	7,42	1,0406	39,46
$\frac{3}{5}$ » ...	4,4	1,0221	21,22	$\frac{14}{5}$ » ..	7,41	1,0428	39,30
$\frac{4}{5}$ » ...	4,37	1,0237	24,02	$\frac{15}{5}$ = 3 éq.	7,42	1,0450	39,30
$\frac{5}{5}$ = 1 éq.	5,12	1,0254	27,05	$\frac{16}{5}$ » .	7,44	1,0472	39,38
$\frac{6}{5}$ » .	5,41	1,0271	29,51	» .	»	»	»
$\frac{7}{5}$ » .	6,9	1,0288	31,88	$\frac{18}{5}$ » .	7,41	1,0516	38,97
$\frac{8}{5}$ » .	6,37	1,0305	34,24	» .	»	»	»
$\frac{9}{5}$ » .	7,4	1,0322	36,51	$\frac{20}{5}$ = 4 éq.	7,41	1,0559	38,81
$\frac{10}{5}$ = 2 éq.	7,30	1,0339	39,20	» .	»	»	»
$\frac{10,5}{5}$ » .	7,40	1,0350	39,51	$\frac{22}{5}$ » .	7,42	1,0599	38,75

» Sur la représentation graphique de ces résultats, on peut faire les remarques suivantes :

» 1° Pour des poids de soude variant de 0 à 1 équivalent, (ω) est représenté par un arc de courbe s'écartant peu d'une droite ; cette courbe tourne sa convexité vers l'axe des x (sur lequel sont portés en abscisses les poids de soude) ;

» 2° Pour des quantités de soude comprises entre 1 et 2 équivalents, (ω) est représenté par une droite. Cette droite coupe le premier arc de courbe sous un angle très ouvert; cependant, pour faire disparaître cet angle, il faudrait admettre, pour la valeur de (ω) qui correspond au sommet, une erreur de $\frac{33}{100}$, qui n'a pu être commise. Ce point anguleux indique la formation du bitartrate de soude.

» 3° De 2 équivalents à 3 équivalents de soude, l'allure de la courbe est toute différente. Le nouvel arc coupe nettement le précédent, ainsi que le faisait prévoir ma théorie, au point qui correspond à la formation du tartrate neutre. De plus, cet arc montre que (ω) atteint une valeur maximum pour $\frac{11}{5}$ d'équivalent de soude environ, puis (ω) décroît lentement.

» 4° Enfin, pour 3 équivalents de soude, on trouve un nouveau point anguleux, ce qui indiquerait la combinaison d'un troisième équivalent de soude à 1 équivalent d'acide tartrique. A partir de là, après avoir augmenté de nouveau légèrement, (ω) décroît lentement et paraît tendre vers une valeur limite, au moins dans les conditions de dilution et de température où je me suis placé.

» L'existence de cette troisième combinaison pouvait être prévue. En effet, M. Berthelot a trouvé que l'addition à l'acide tartrique dissous d'un troisième équivalent de soude dégageait $0^{Cal},3$. On pouvait admettre qu'il se formait ainsi un véritable alcoolate, la soude s'unissant à un groupe alcool de l'acide tartrique. Il résulte de mes observations que ce composé serait partiellement dissocié en dissolution.

» Une interprétation identique à celle que je viens de donner des expériences de Biot peut s'appliquer à la belle série d'observations dont M. Gernez a enrichi l'étude des dissolutions de substances actives et elle conduit à des résultats analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation d'acide diméthylacrylique dans la préparation des acides amidés de l'acide isovalérique.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« Dans le cours de mes recherches sur les acides amidés, l'acide isovalérique m'a toujours donné des rendements moins satisfaisants que les acides acétique, propionique, butyrique normal et caproïque normal. Ayant constaté la formation d'une très notable quantité d'acide diméthylacrylique ([1]) dans l'action de la triméthylamine sur l'éther bromoisovalérique, j'ai pensé que les rendements plus faibles, que j'avais obtenus en préparant les acides amidés de l'acide isovalérique, devaient tenir à la formation simultanée d'acide diméthylacrylique, qui avait échappé jusque-là, sans doute à cause de la volatilité de cet acide.

» Pour préparer les acides amidés de l'acide isovalérique, j'ai suivi la méthode ordinaire, qui consiste à faire réagir l'acide bromoisovalérique sur une ammoniaque. Mais, après avoir décomposé par la baryte les sels ammoniacaux, chassé l'ammoniaque par l'ébullition et précipité la baryte par l'acide sulfurique, au lieu de mettre l'acide amidé en liberté, par l'oxyde d'argent, j'ai soumis *au préalable* le liquide à la distillation. J'ai recueilli un produit acide, qui, après saturation par la soude, évaporation à sec et traitement par l'acide sulfurique, fournit, en quantité notable, un acide huileux, très peu soluble dans l'eau, distillant de 175° à 195°, absorbant le brome et l'iode, et cristallisant en partie.

» Les cristaux ont la composition et les propriétés de l'acide diméthylacrylique.

» J'ajouterai que, dans les mêmes conditions, l'action des ammoniaques sur les acides α-bromés normaux ne m'a pas fourni d'acides non saturés, ou du moins, s'il s'en est formé, il ne s'en est formé que des traces.

» La formation d'acide diméthylacrylique comme produit secondaire des acides amidés de l'acide isovalérique doit tenir à la nature même de l'acide isovalérique, car nous venons de constater, M. Chancel et moi, que l'action de l'ammoniaque sur l'acide bromoisobutyrique, qui a une constitution analogue à celle de l'acide bromoisovalérique, donne aussi un acide non

---

([1]) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 3e série, t. III, p. 507; 1890.

saturé, très probablement l'acide méthacrylique. Nous poursuivons cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthylcyanosuccinate de méthyle; éther méthyléthényltricarbonique.* Note de M. L. Barthe, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication antérieure ([1]), j'ai montré qu'en traitant du sodocyanacétate de méthyle par du monochloracétate de méthyle, on obtient du cyanosuccinate de méthyle et, par réaction secondaire, du cyanotricarballylate de méthyle, ce dernier en magnifiques cristaux.

» Comme son homologue supérieur, l'éther éthylique, le cyanosuccinate de méthyle se prête aux substitutions et m'a permis de préparer un certain nombre de dérivés alcoylés.

» *Méthylcyanosuccinate de méthyle* $CH^3.\overset{\diagup CAz}{C}{-}CO^2CH^3$ ($\vert$ $CH^2.CO^2CH^3$). — A 20^{gr} de cyanosuccinate de méthyle dissous dans 60^{gr} d'alcool méthylique, on ajoute une solution de $2^{gr},38$ de sodium dans 100^{gr} d'alcool méthylique. Le mélange, additionné de $16^{gr},60$ d'iodure de méthyle rectifié à 43°, est chauffé au bain-marie dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, pendant cinq heures. La température ne doit pas dépasser 70°-75°. La réaction du mélange étant neutre au tournesol, on filtre pour séparer l'iodure de sodium qui s'est précipité, et on distille l'alcool. Le résidu, additionné d'eau, a laissé déposer une huile rougeâtre qui a été reprise par l'éther. La solution éthérée, mise à digérer sur du chlorure de calcium, a été ensuite distillée au bain-marie d'abord, et ensuite au bain d'huile dans le vide relatif. Sous une pression de $0^m,06$, de 195°-200°, on a recueilli un liquide huileux, incolore, homogène, qui, rectifié et soumis à l'analyse, a donné des chiffres qui conduisent à la formule $C^8H^4AzO^4$. Ce composé est le méthylcyanosuccinate de méthyle, qui se forme en vertu de la réaction suivante :

$$\begin{array}{l} \diagup CAz \\ CNa{-}CO^2CH^3 \\ \vert \\ CH^2.CO^2CH^3 \end{array} + CH^3I = \begin{array}{l} \diagup CAz \\ CH_3.C{-}CO^2CH^3 \\ \vert \\ CH^2.CO^2CH^3 \end{array} + NaI.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 342-343.

» J'ai déjà obtenu le même produit en cherchant à préparer, dans des conditions particulières, le méthylcyanosuccinate d'éthyle

$$CH^3.\overset{\diagup CAz}{C}—CO^2C^2H^5 .$$
$$\qquad|$$
$$\qquad CH^2.CO^2C^2H^5$$

En effet, si l'on vient à produire du cyanosuccinate d'éthyle sodé, en mélangeant de l'éther cyanosuccinique à du sodium dissous dans de l'alcool méthylique, et si l'on vient à faire agir, comme dans la préparation précédente, de l'iodure de méthyle, on obtient du méthylcyanosuccinate de méthyle.

» Ce déplacement de l'alcool éthylique par l'alcool méthylique ou par un autre alcool quelconque a été déjà signalé par M. Purdie ([1]) à différentes reprises, par Peters ([2]), Haller et Held ([3]) et plus anciennement par M. Friedel et Crafts ([4]). Nous allons en rapporter de nouveaux exemples.

» J'ai en effet cherché à préparer le cyanosuccinate de méthyle-éthyle,

$$\overset{\diagup CAz}{CH}—CO^2CH^3$$
$$|$$
$$CH^2.CO^2C^2H^5$$

par l'action des monochloroacétates de méthyle ou d'éthyle sur les cyanacétates d'éthyle ou de méthyle sodés. Dans ces conditions, en opérant sur les quantités théoriques de ces corps mis en présence, je n'ai pu obtenir que des cyanosuccinates de méthyle ou d'éthyle, suivant qu'on opérait au sein de l'alcool méthylique ou éthylique. J'aurai d'ailleurs l'occasion de donner plus de détails sur ces diverses réactions.

» *Éther méthyléthényltricarbonique* : $CH^3,\overset{\diagup CO^2CH^3}{C} — CO^2CH^3$, avec $\underset{|}{}CH^2,CO^2CH^3$ attaché au C. — La fonction nitrile du méthylcyanosuccinate de méthyle a été saponifiée au moyen de l'alcool méthylique saturé d'acide chlorhydrique. A froid, par simple contact, la saponification ne s'opère pas, même au bout d'un temps très long.

([1]) *Berichte*, t. XX, p. 1555.

([2]) *Ibid.*, p. 3318.

([3]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLIX, p. 247, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVII, p. 226

([4]) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 877 et 986.

Il faut opérer en tubes scellés à la température de 75° environ, pendant une ou deux heures seulement. Il se dépose du chlorhydrate d'ammoniaque.

» On évapore le liquide au bain-marie, et on lave le résidu avec une solution de carbonate de soude. Il se précipite une huile qui est reprise par de l'éther. Cette solution, desséchée sur du chlorure de calcium, est distillée dans le vide partiel; sous une pression de $0^{atm},05$, à 217° environ, la majeure partie du produit distille. L'analyse de ce liquide rectifié a donné des chiffres qui correspondent à ceux de l'éther méthyléthényltricarbonique, formé en vertu de l'équation suivante

$$CH^3,C\begin{cases}CAz\\CO^2CH^3\\CH^2,COCH^3\end{cases} + 2CH^3,OH + 2HCl = CH^3,C\begin{cases}CO^2CH^3\\CO^2CH^3\\CH^2,CO^2CH^3\end{cases} + AzH^4Cl + CH^3Cl.$$

» Le cyanosuccinate de méthyle, de même que ses dérivés substitués, participe donc des propriétés du cyanosuccinate d'éthyle et des composés qui en dérivent. Dans une prochaine Communication, je ferai connaître des composés nouveaux, obtenus avec l'éther cyanacétique et l'éther cyanosuccinique [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur la dextrorsité de certains Gastropodes dits « sénestres »* (Lanistes, Peraclis, Limacina, *larves des* Cymbuliidæ). Note de M. **Paul Pelseneer.**

« I. M. Bouvier a montré, dans le présent Recueil [2], que les *Ampullaria* à enroulement sénestre (*Lanistes*) sont *dextres* par leur organisation anatomique.

» De mon côté, j'ai fait voir [3] que, chez les « Ptéropodes » à coquille enroulée (*Limacinidæ, Cymbuliidæ* à l'état larvaire), malgré la sinistrorsité de la coquille, l'organisation de l'animal est *absolument dextre,* c'est-à-dire que l'anus, l'orifice génital, le pénis et le plus gros ganglion viscéral se trouvent à droite.

---

(1) Travail fait au laboratoire des travaux de Chimie et de Pharmacie de la Faculté de Médecine de Bordeaux.

(2) Bouvier, *Comptes rendus,* t. CIII, p. 1276; 1886.

(3) Pelseneer, *Zool. Challenger Exped.,* Part LXVI, p. 6 à 12; 1888.

» II. Cette anomalie apparente restait sans explication, jusqu'à ce que Simroth ([1]) et von Jhering ([2]) aient émis, indépendamment, une hypothèse qui permettrait d'en rendre compte, et dont voici le résumé :

» Chez les Gastropodes où la coquille enroulée en spirale est formée de tours peu saillants, la « spire », en s'aplatissant davantage, a pu finalement *devenir rentrante* et se transformer en un faux ombilic.

» Mais cette explication très plausible n'était pas appuyée d'une preuve démonstrative.

» III. Celle-ci peut se trouver dans la conformation de l'opercule.

» On sait, en effet, que, si ce dernier est spiralé, il possède une spire inverse de celle de la coquille (*sénestre* chez les Gastropodes à coquille dextre; *dextre* chez ceux à enroulement sénestre : *Triforis, Læocochlis*, etc.).

» Si donc les formes dont il est question ici ont un *faux* enroulement sénestre, comme le suggèrent Simroth et von Jhering, leur opercule (s'il est spiralé), doit être *à spire sénestre,* lorsqu'il est observé en place.

» L'opercule de *Lanistes* n'est pas spiralé, mais il l'est dans tous les Ptéropodes à coquille enroulée. Or sa spire est *sénestre :*

» 1° Chez *Peraclis* ([3]); 2° Chez les larves des *Cymbuliidæ* ([4]); 3° chez *Limacina* (*Spirialis*) *retroversa*, Flemming (= *balea*, Möller), que je viens d'examiner spécialement à ce point de vue ([5]);

» De plus, dans tous les Gastropodes enroulés (qu'ils soient *réellement* dextres ou *réellement* sénestres), la partie initiale de l'opercule spiralé se trouve dirigée *vers le côté ombilical* de la coquille. Or, dans les trois cas ci-dessus, cette spire est dirigée *vers la* « *spire* » de la coquille.

» Il est donc certain que la spire des Ptéropodes enroulés correspond à l'ombilic des Bullidés et des autres Gastéropodes,

» C'est, par conséquent, au processus indiqué plus haut, d'après Simroth et von Jhering, qu'est due l'acquisition de la sinistrosité de la

---

(1) Simroth, *Zeitschr. f. Naturwiss.* (*Halle*), Bd. LXXII, p. 88; 1889.

(2) Von Jhering, *Bull. Scientif. France et Belgique,* t. XXIII, p. 180.

(3) Pelseneer, *Zool. Challenger Expedit.,* Part LXV, Pl. I, fig. 8; Part LXVI, p. 31.

(4) *Ibid.,* Part LXV, Pl. II, fig. 14.

(5) Les auteurs qui ont figuré des opercules de *Limacina* (ou *Spirialis*) (Souleyet, Sars), les ont représentés comme dextres, mais alors séparés du corps de l'animal; dans le cas où l'on en voit au contraire *in situ* (Souleyet, Bonite, Pl. XIII, fig. 36, « *Spirialis* » *bulimoides*), la spire y est *sénestre.*

coquille, *dans le cas spécial* où cette sinistrosité laisse inaltérable la dextrosité de l'organisation, ou *vice versa*, comme c'est probablement le cas chez *Choanomphalus* et *Pompholyx*.

» IV. Il résulte de ce qui précède que *Lanistes*, les *Limacinidæ* et les larves des *Cymbuliidæ* sont *ultra-dextres* et qu'il n'y a de réellement sénestres que les Gastropodes chez lesquels il y a *situs inversus* complet, normal (*Triforis, Physa*, etc.), ou tératologique [*Buccinum* (von Jhering), *Helix, Limnæa*, etc.]. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de l'œil composé des Crustacés macroures.* Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans le travail d'ensemble que M. Grenacher a publié sur les organes visuels des Arthropodes, ce savant est arrivé, quant à la constitution générale de l'œil composé des Crustacés supérieurs, aux conclusions suivantes. L'œil composé, limité en dehors par la cornée à facettes, en dedans par la membrane basale, est formé par la réunion d'un grand nombre d'yeux élémentaires ou *ommatidies*. Chaque ommatidie comprend, comme parties principales, 1° le *cône cristalloïde*, formé de quatre segments accolés suivant l'axe; 2° la *rétinule*, située entre l'extrémité du cône et la membrane basale. La rétinule est formée par sept bâtonnets ou *rhabdomères* soudés ensemble suivant la ligne axiale pour former un corps désigné sous le nom de *rhabdome*. La surface libre de chaque rhabdomère est revêtue par une cellule fortement pigmentée, désignée sous le nom de *cellule rétinienne* et qui sécréterait pour ainsi dire celui-ci. Des recherches plus récentes dues à M. Patten ([1]) tendent à infirmer ces conclusions et à prouver que le rhabdome ne dépend point des cellules rétiniennes, mais bien du cône avec la substance duquel il se continuerait.

» Les recherches que je viens d'entreprendre sur la Langouste m'ont permis de constater des particularités qui avaient échappé à l'un et à l'autre des auteurs que je viens de citer. Le cône ne se termine pas au niveau de l'extrémité externe du rhabdome, comme le pense M. Grenacher; il ne se continue pas non plus avec la substance de celui-ci, comme le voudrait M. Paten. Mes préparations montrent, en effet, que chacun des quatre segments constitutifs du cône se termine par un filament extrême-

([1]) *Eyes of Molluscs and Arthropods* (*Mittheil. Zool. Stat. Napol.*, 1886).

ment ténu qui chemine le long du rhabdome, entre les cellules rétiniennes, pour aller s'attacher à la membrane basale.

» Quelles parties de l'ommatidie s'unissent et comment s'unissent-elles avec les tubes nerveux, dits *fibres post-rétiniennes*, chargés de transmettre aux centres les impressions lumineuses? C'est un point capital à élucider si l'on veut déterminer le rôle physiologique des diverses pièces qui constituent l'ommatidie. M. Grenacher n'a point abordé cette difficile recherche; M. Patten, qui s'en est occupé, ne me paraît pas avoir été heureux dans ses résultats, en raison sans doute du mauvais choix des types zoologiques auxquels il s'est adressé. Je ne puis aujourd'hui entrer dans aucune discussion à ce sujet. Je me contenterai d'attirer l'attention de l'Académie sur les conclusions auxquelles m'ont conduit les recherches que j'ai entreprises sur la Langouste, type éminemment favorable à la solution du problème que je signalais plus haut.

» Le rhabdome de la Langouste est un corps allongé, terminé à son extrémité externe par une pointe effilée; sa surface est pourvue de sept côtes longitudinales très saillantes, répondant aux sept rhabdomères qui se soudent pour le former. Vers l'extrémité interne du rhabdome, les sept rhabdomères se séparent. Une coupe transversale pratiquée à ce niveau nous montre ceux-ci symétriquement disposés en cercle autour d'un point qui répondrait à l'axe de l'ommatidie. Plus près de la membrane basale, la symétrie, de radiale qu'elle était, devient bilatérale; six des rhabdomères se disposent symétriquement par rapport à un plan qui passerait par le septième. Nous pouvons donc distinguer à ce niveau un rhabdomère asymétrique (que nous appellerons *antérieur*) et six rhabdomères disposés par paires en arrière de celui-ci. Les rhabdomères de la première paire sont très écartés de ceux de la deuxième; ceux de la deuxième paire sont, au contraire, très rapprochés de ceux de la troisième.

» Chacun des sept rhabdomères, après s'être ainsi disposé, se continue directement avec le contenu protoplasmique (ou cylindre-axe) d'un tube nerveux qui se revêt de sa graisse propre en traversant la membrane basale pour aller (sous le nom de *fibre post-rétinienne*) gagner le ganglion optique.

» La membrane basale est percée de trous pour livrer passage aux sept tubes nerveux qui se rendent à chaque ommatidie. Ces trous sont disposés avec une symétrie très grande, mais entièrement différente de la symétrie heptagonale des rhabdomes. Afin de faire comprendre cet arrangement nous distinguerons les ommatidies voisines par les lettres A, B, C, ...

Autour du point qui répond à l'axe de l'ommatidie A, la basale est percée de cinq trous disposés en pentagone allongé. Un des trous est impair, les quatre autres sont symétriquement disposés en deux paires.

» Le trou impair donne seulement passage au tube nerveux venant du rhabdomère impair de l'ommatidie A.

» Le trou de la première paire donne passage à trois tubes qui viennent : l'un du rhabdomère de la première paire de l'ommatidie A, les deux autres des rhabdomères de la deuxième et de la troisième paire d'une ommatidie voisine B.

» Le trou de la deuxième paire donne passage à trois tubes qui viennent : l'un du rhabdomère de la première paire d'une ommatidie C, les deux autres des rhabdomères de la deuxième et de la troisième paire de l'ommatidie A.

» Sans insister davantage sur ces curieuses dispositions, je résumerai brièvement ceux des résultats auxquels je suis arrivé et qui me semblent avoir le plus d'importance.

» 1° Les théories morphologiques et physiologiques auxquelles M. Patten a voulu donner un caractère si général ne peuvent se soutenir en présence de ce fait que chacun des segments du cône, loin de se continuer avec le rhabdome, se termine, ainsi que je l'ai montré plus haut, en un filament qui va s'attacher à la membrane basale. Il faut donc, à l'encontre du naturaliste américain, voir dans le cône seulement un organe de réfraction.

» 2° Les plus nerveuses ne se terminent pas dans le protoplasma des cellules rétiniennes, comme le voulait ce même auteur, mais s'unissent directement avec le rhabdome.

» 3° Chacun des sept rhabdomères s'unit à un tube nerveux spécial ; il est donc infiniment probable que chaque ommatidie peut être le point de départ d'au moins sept sensations lumineuses distinctes [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait à la station zoologique d'Arcachon.

BOTANIQUE. — *Structure comparée des racines renflées de certaines Ombellifères* (1). Note de M. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, présentée par M. Duchartre.

« Les racines adventives renflées en tubercules des *Œnanthe* présentent, d'après M. Courchet (2) et M. Gérard (3), une structure anormale. En reprenant cette étude et en l'étendant à d'autres genres d'Ombellifères qui présentent aussi des racines renflées (*Carum, Cicuta* et *Sium*), j'ai trouvé une série de transitions entre le type anormal des *Œnanthe* et la structure normale présentée par le pivot ou les racines latérales des autres espèces de la même famille.

» On sait, en effet, que la partie mince de la racine d'un *Daucus Carota* comporte deux faisceaux ligneux primaires, alternant avec deux faisceaux libériens; mais, dans la partie épaissie de cette racine, les faisceaux du bois primaire montrent leurs vaisseaux dissociés et dispersés au milieu d'un parenchyme abondant et non lignifié. Chacun de ces vaisseaux ainsi isolés est bordé d'un cercle de cellules parenchymateuses disposées en rayonnant tout autour.

» Cette structure est fréquente dans les tubercules, et je l'ai observée dans les racines de l'*Apium graveolens*, de l'*Angelica silvestris*, de l'*Anthriscus silvestris* et du *Chœrophyllum bulbosum*. Il n'est pas rare de rencontrer, dans ces mêmes espèces, des groupes de plusieurs vaisseaux accolés et entourés de parenchyme rayonnant.

» Enfin tout un faisceau du bois primaire peut présenter la même particularité, et c'est le cas des racines adventives des *Œnanthe*, du *Carum verticillatum*, du *Sium latifolium* et du *Cicuta virosa*.

» Dans l'*Œnanthe pimpinelloides*, il y a trois faisceaux primaires qui tantôt se rejoignent au centre, tantôt sont un peu écartés les uns des

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

(2) COURCHET, *Etude anatomique sur les Ombellifères et leurs principales anomalies* (*Ann. des Sc. nat., Bot.*, 6e série; 1884).

(3) R. GÉRARD, *Structure de l'axe des* Œnanthe *et considérations sur les formations anomales* (*Comptes rendus*, novembre 1883, et *Bull. de la Soc. bot. de Fr.*, 2e série, t. V; 1883).

autres, surtout dans la partie renflée de la racine. Sur sa face externe et sur ses faces latérales, chacun de ces faisceaux est entouré d'une couche génératrice secondaire. La même disposition se rencontre chez le *Sium latifolium*. La couche génératrice peut même parfois s'étendre sur la face interne du faisceau : c'est ce qu'on observe chez le *Cicuta virosa*.

» Dans l'*Œnanthe Lachenalii*, l'écartement des faisceaux est bien plus accentué, l'assise génératrice étant beaucoup plus active sur la face interne que dans les espèces précédentes. Cet écartement est porté à l'extrême dans l'*Œnanthe peucedanifolia*, l'*Œ. crocata* et le *Carum verticillatum*.

» Comment se comportent le bois et le liber secondaires dans ces racines anormales? Dans le *Daucus*, l'*Apium*, etc., la couche génératrice ne produit d'éléments lignifiés que sur les faces latérales des faisceaux du bois primaire; sur la face externe, il ne naît que du parenchyme non lignifié. Sur une coupe transversale, l'ensemble du bois secondaire prend l'aspect d'une ramification dichotomique, par suite de la formation de rayons médullaires larges qui se terminent vers l'intérieur à des distances inégales du centre.

» Dans les racines adventives du *Cicuta virosa*, les formations secondaires présentent la même disposition. Cependant, la couche génératrice fonctionne moins activement en face des rayons médullaires que dans ses autres points.

» Chez le *Sium latifolium* et l'*Œnanthe pimpinelloides*, le bois secondaire est moins abondant et ne présente plus l'aspect d'une ramification dichotomique. Ce bois est produit sur les faces latérales des faisceaux ligneux primaires, et quelquefois aussi sur la face dorsale, comme c'est le cas du *Sium latifolium*.

» Ces formations secondaires internes à la zone génératrice sont moins abondantes encore dans l'*Œnanthe peucedanifolia* et le *Carum verticillatum*. Chez cette dernière espèce, il n'y a plus que quelques vaisseaux entremêlés à un petit nombre de cellules parenchymateuses sur les faces latérales des faisceaux du bois primaire.

» Quant à ce qui représente le liber secondaire dans ces racines renflées, c'est dans tous les cas un parenchyme très développé même lorsque le bois secondaire est presque nul; c'est dans ce tissu du liber secondaire que s'accumule la majeure partie des réserves.

» Conclusion. — *L'anomalie qu'on observe chez les racines latérales renflées de certaines Ombellifères* (Œnanthe, Carum), *est plutôt apparente que réelle. On peut trouver, dans les plantes de la même famille, une série d'intermé-*

diaires entre cette structure dite anormale et la structure d'une racine renflée normale (Daucus, Apium) ».

GÉOLOGIE. — *Sur la structure microscopique des roches phosphatées du Dekma (département de Constantine).* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans une première Note du 9 juin 1889, *Sur la nature des massifs de Dekma* (département de Constantine), nous présentions l'étude de quelques roches phosphatées de ce gisement, provenant d'un envoi fait, par M. Vetterlé, de Souk-Arras à M. Thomas, vétérinaire en 1er au 10e hussards, auteur de la découverte des phosphates en Tunisie. De nouveaux envois d'échantillons de même provenance, augmentés de ceux que M. G. Le Mesle a recueillis sur les flancs du Dekma, permettent de compléter ces recherches par des observations microscopiques plus précises et plus nombreuses.

» La caractéristique des roches phosphatées du Dekma, qu'elles proviennent des flancs du massif ou du sommet, consiste dans l'abondance plus ou moins grande de débris osseux visibles extérieurement ou incorporés à la masse, de nodules généralement petits, marno-calcaires, pénétrés de phosphate, d'une matière minérale verte, écailleuse ou terreuse, de grains quartzeux, même de quartz bipyramidé.

» C'est dans les parties les plus riches en grains quartzeux, en matière minérale verte et aussi en fer que les débris osseux dominent.

» Une roche notée n° 5 dans la collection envoyée par M. Vetterlé à M. Thomas, présente ces caractères au plus haut degré. Elle provient des flancs du Dekma, non loin de Tarja, des couches supérieures au gypse. La coupe, qui a pu être photographiée, montre, au milieu d'un ciment calcaréo-ferrugineux peu abondant, des grains quartzeux, des ébauches de quartz bipyramidé, des grains ou écailles de cette substance verte dont nous avons parlé plus haut, à différents degrés de décomposition qui révèlent sa richesse en fer, des débris nombreux d'os et d'émail.

» Les débris d'os, grâce à la conservation de leurs ostéoplastes, sont faciles à reconnaître; ils paraissent souvent arrondis sur leurs bords, divisés en fragments réguliers circonscrivant des îlots osseux. Il n'en est pas de même des fragments d'émail, qui se présentent avec une teinte jaune d'ambre et n'ont, pour les caractériser, au point de vue histologique, que

des stries plus ou moins parallèles ou un pointillé très fin, suivant le sens de la section. Des préparations faites sur des dents revêtues de leur émail permettent de déterminer la nature de ces débris animaux par comparaison, et de constater que, dans certaines roches du Dekma, les dents, et peut-être les écailles émaillées de certains poissons ont été macérées et dissociées au point que l'émail en menus fragments détachés de la partie osseuse a pu rester seul témoin de leur existence. Nous avons pu constater le même fait dans les roches de calcaire rubané, riche en débris de poissons, du muschelkalk supérieur des environs de Lunéville.

» Tout autre en apparence est une roche phosphatée jaunâtre, noduleuse, de la partie supérieure du nummulitique du Dekma, provenant d'un envoi fait par M. Vetterlé. L'élément calcaire y domine, mais il s'y présente sous forme de ciment et de nodules pénétrés de phosphate. Les dents et les os, assez abondants, sont faciles à dégager par simple dissociation dans l'eau; quant aux écailles de matière minérale verte et aux grains de quartz, ils sont en faibles proportions.

» A côté de ces deux catégories de roches phosphatées que nous avons choisies comme les deux extrêmes de la série riche en débris animaux, il convient d'en signaler d'autres qui, dans les échantillons soumis à nos recherches, n'en contiennent pas de traces.

» Ce sont alors les foraminifères surtout qui paraissent avoir concentré le phosphate dans leur test. Deux cas se présentent ici. Une roche calcaire jaunâtre assez dure, tachée de points verts, provenant du massif du Dekma, se montre uniquement formée, d'après une coupe, de nummulites noyées dans un ciment calcaire peu abondant. Elle paraît assez riche en phosphates d'après l'essai qualitatif, et l'on peut admettre (la roche étant trop compacte pour qu'on puisse dégager ces foraminifères et les étudier directement) que ce minéral est contenu dans leur test.

» M. G. Le Mesle a recueilli dans un petit affleurement, entre la route et le Dekma, à 11^{km} de Souk-Arras, une roche marno-calcaire finement grenue, se débitant facilement en grains qui, par simple lavage, peuvent être facilement caractérisés comme foraminifères.

» Quoiqu'elle contienne aussi de petits moules de coquilles bivalves et gastropodes et d'autres organismes d'interprétation difficile, les foraminifères nous ont paru plus intéressants à étudier au point de vue de ce qu'on pourrait appeler la localisation du phosphate.

» Ces organismes microscopiques sont entourés d'une coque calcaire dont on peut se débarrasser, en partie au moins, par l'acide acétique. Les

foraminifères les plus petits, qui ont été soumis à cette action préalable, donnent, par l'action de l'acide nitrique étendu, suivie d'addition de molybdate d'ammoniaque, la réaction des phosphates avec un résidu siliceux. En coupe, ces foraminifères montrent leur test bien conservé et, dans les préparations obtenues après action de l'acide acétique, les détails de structure deviennent visibles. Notons que la matière minérale verte qui accompagne partout les phosphates est représentée également ici.

» En résumé, il résulte de nos observations que les roches phosphatées du Dekma ont une composition assez uniforme, quel que soit leur niveau géologique, et que les débris organiques de toute nature qu'on y rencontre peuvent servir à expliquer la richesse de ce massif en phosphate de calcium. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note sur les gisements quaternaires d'Éragny et de Cergy (Seine-et-Oise)*; par M. E. **Rivière**.

« A plusieurs reprises j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de mes recherches paléontologiques et anthropologiques dans les sablières quaternaires du bassin parisien, et notamment dans celles du département de la Seine, telles que Billancourt, le Perreux, Nogent-sur-Marne, Neuilly-sur-Marne, etc., où j'ai trouvé et étudié une faune intéressante par les Vertébrés quaternaires plus ou moins nombreux qu'elles renfermaient.

» Aujourd'hui, les recherches qui font l'objet de cette Note sont relatives à des carrières beaucoup plus éloignées de Paris, mais également quaternaires, qui m'ont été signalées par M. P. Toussaint, dans le département de Seine-et-Oise, à peu de distance de Pontoise, et situées les unes sur la rive gauche de l'Oise, les autres sur sa rive droite.

» I. *Sablières d'Éragny*. — Le premier gisement se trouve sur le territoire de la commune d'Éragny, entre Conflans-Sainte-Honorine et Saint-Ouen-l'Aumône. Il est représenté par trois sablières presque contiguës, dont l'une, abandonnée déjà depuis quelque temps, ne m'a fourni aucun élément d'étude et sur laquelle je n'ai pu avoir aucun renseignement.

» Les deux autres, la sablière Plaudet et la sablière Leveau, sont en pleine exploitation. Elles sont situées à un demi-kilomètre environ des bords de l'Oise, sur sa rive gauche, entre le chemin vicinal d'Éragny à Saint-Ouen-l'Aumône et la voie ferrée, qu'elles côtoient dans toute leur longueur.

» Ces deux carrières sont exploitées et pour le sable fin et pour le gros caillou qu'elles renferment, jusqu'à la profondeur de 5^m environ, profondeur au-dessous de laquelle j'ai rencontré une nappe d'eau correspondant au niveau de l'Oise, s'élevant avec celui-ci dans toutes ses crues, s'abaissant, au contraire, en même temps que ses propres eaux à certaines époques de l'année.

» Les lits de sable, de gravier et de gros cailloux sont surmontés d'une couche de terre végétale qui varie entre 60^{cm} et 90^{cm} d'épaisseur. Les ossements d'animaux, ainsi que les silex taillés qui y ont été trouvés gisaient dans une couche de moyens graviers mêlés de sable, située à $3^m,40$ de profondeur et de 60^{cm} à 70^{cm} d'épaisseur.

» Les animaux, dont les restes y ont été découverts et recueillis pour la plupart par un ouvrier carrier de Pontoise, chez lequel j'ai pu les examiner, sont :

» 1° L'*Elephas primigenius*, représenté par deux dents molaires presque entières et par une série de lames brisées et détachées les unes des autres provenant d'une troisième dent;

» 2° Un Équidé de grande taille, très probablement l'*Equus caballus fossilis*, représenté aussi : (*a*) par des dents molaires supérieures et inférieures, et par plusieurs incisives, les unes entières, les autres brisées; (*b*) par un métacarpien entier et bien conservé.

» 3° Le *Bos primigenius* caractérisé : (*a*) par un certain nombre de dents molaires supérieures et inférieures, les unes entières et bien conservées, les autres brisées; (*b*) par un astragale de fortes dimensions.

» J'ai trouvé aussi moi-même, en place, dans la sablière Plaudet, deux fragments de molaires d'Équidé, dont un roulé, presque méconnaissable, ainsi qu'une dent molaire inférieure de Bovidé.

» De plus, un certain nombre de diaphyses d'os longs fendus et brisés, absolument indéterminables, au point de vue non seulement de l'animal dont elles proviennent, mais encore de la nature de l'os lui-même, ont été mises à découvert dans ces mêmes sablières et recueillies par les ouvriers. Mais jusqu'à présent le Rhinocéros et le Renne, que j'avais trouvés dans les sablières des environs de Paris, notamment à Billancourt et à Montreuil, font complètement défaut dans les carrières de sable d'Éragny, ou plutôt je n'en ai pas vu la moindre trace; il en est de même des animaux carnivores dont je n'ai trouvé ni dents, ni ossements.

» Par contre, les échantillons de bois fossiles plus ou moins roulés sont très nombreux. Je me propose d'en faire ultérieurement une étude ana-

logue à celle que j'ai faite des bois trouvés dans les sablières de Billancourt et du Perreux.

» Quant à l'industrie de l'homme quaternaire, les ouvriers des sablières d'Éragny ne sachant pas ce que c'est qu'un silex taillé, n'en ont jamais recueilli un seul. J'ai eu, au contraire, la bonne fortune d'en trouver quelques-uns, non pas en place, mais en explorant les tas de cailloux de la carrière Plaudet. Je citerai notamment : 1° une sorte de disque irrégulier pourvu de son bulbe de percussion à la face inférieure; 2° une petite lame triangulaire en silex blanc; 3° un nucléus long de $0^m,089$, large de $0^m,027$ et épais de $0^m,024$. D'autre part, M. Toussaint m'a annoncé, il y a quatre jours, la découverte, dans la carrière Leveau, avec quelques dents d'Équidé : 1° de deux silex taillés, l'un en forme de couteau long de $0^m,098$, l'autre en forme, dit-il, de lame-racloir, dont les dimensions sont de $0^m,085$ sur $0^m,074$; 2° d'une lame en grès, taillée, longue de $0^m,095$, qui reposait sous une couche de sable fin.

» II. *Sablière de Cergy.* — Cette sablière, qui appartient à un entrepreneur de Paris, se trouve au milieu d'un petit bois situé un peu au delà du village de Cergy et à un quart d'heure de marche environ de la rive droite de l'Oise.

» La hauteur des couches exploitées est la même qu'à Éragny et c'est dans le même milieu de sable et de gravier qu'un assez grand nombre d'ossements y ont été trouvés; malheureusement tous ont disparu, soit qu'ils aient été jetés de côté et brisés comme pièces de nulle valeur, soit qu'ils aient été vendus par les ouvriers de la carrière, à l'exception des pièces suivantes recueillies avec des silex taillés par M. Toussaint, qui a bien voulu me les communiquer pour les déterminer :

» *a. Equus caballus fossilis,* deux dents, une incisive et une molaire inférieure;

» *b. Bos primigenius,* un astragale et une dent molaire supérieure;

» *c. Cervus....,* un fragment de scapulum d'un ruminant du genre Cerf;

» *d.* Enfin de nombreux morceaux de diaphyse d'os longs fendus et brisés comme dans les sablières d'Éragny.

» Les silex taillés trouvés dans la carrière de Cergy sont au nombre de treize. Ce sont : (*a*) des lames dont la plus longue mesure $0^m,10$ de longueur, et la plus petite, $0^m,034$; (*b*) des pointes du type moustérien, mesurant, la plus grande, $0^m,04$ de longueur, la plus petite, $0^m,034$; (*c*) un disque peu épais, tranchant et retaillé sur ses bords, mesurant $0^m,06$ dans son plus grand diamètre.

» Telles sont les principales pièces palæoethnologiques trouvées jusqu'à

présent dans les sablières d'Éragny et de Cergy, dont je poursuis l'étude et dont M. P. Toussaint veut bien me faire réserver toutes les trouvailles, avec une note précise sur le milieu dans lequel elles ont lieu, afin d'en publier, à un moment donné, les résultats. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production de la glycosurie et de l'azoturie, après l'extirpation totale du pancréas.* Note de M. E. **Hédon**, présentée par M. Bouchard.

« La glycosurie se montre toujours chez le chien, à la suite de l'extirpation totale du pancréas. Il n'y a pas d'exceptions. Mes expériences confirment entièrement sur ce point la découverte de von Mering et Minkowski. Mais j'ai observé de plus que, dans quelques cas, la glycosurie peut disparaître complètement, sans que pour cela l'animal cesse d'être diabétique (jusqu'à présent ce phénomène n'a été noté que chez des chiens qui avaient subi l'extirpation du pancréas longtemps après l'injection de paraffine dans les conduits de la glande).

» L'étude des courbes de la glycosurie et de l'azoturie que j'ai dressées pour toutes mes expériences permet de distinguer deux formes à la maladie créée par l'extirpation du pancréas.

» A. Une forme de diabète à marche rapide, dans laquelle l'élimination du sucre et de l'azote est excessive et amène promptement une cachexie profonde et la mort au bout de quinze à trente jours. La courbe de l'azoturie est parallèle à la courbe de la glycosurie, mais lui est inférieure et la glycosurie est le symptôme dominant. Ces courbes présentent deux périodes assez régulières, l'une d'ascension, l'autre de descente.

» B. Une forme de diabète à marche lente. L'animal ne succombe qu'au bout de plusieurs mois à la cachexie. La glycosurie est intermittente; quand sa courbe s'abaisse, on peut voir parfois la courbe de l'azoturie s'élever beaucoup. La glycosurie peut manquer totalement, pendant de longues périodes de la maladie; mais l'élimination de l'azote est toujours considérable, et dans cette forme c'est l'azoturie qui est le symptôme dominant de l'affection. Tous les symptômes diabétiques persistent malgré l'absence de la glycosurie; la polydipsie et la polyurie en particulier sont très accentuées. Les chiffres suivants donneront une idée de l'état de la nutrition azotée chez un chien le soixante-quatrième jour après l'extirpation,

alors que la glycosurie a complètement cessé depuis quelque temps. Poids de l'animal 13^{kg},400. Pour une alimentation exclusive de viande (par jour 1^{kg} de muscles de cheval, renfermant 35^{gr} d'azote), l'animal rend :

	Matières fécales.		Urine.		
Jours.	Poids.	Azote en grammes.	Quantité en cent. cubes.	Densité.	Urée de la totalité de l'urine.
	gr				gr
1er..........	0	0	930	1040	51,3
2e..........	280	8,1	1150	1035	56,1
3e..........	0	0	1030	1041	54,3
4e..........	117	3,25	1450	1040	76,5
5e..........	118	3,52	800	1050	72,8
6e..........	0	0	1150	1040	62,4

» La digestion des matières albuminoïdes n'est pas très troublée; l'azote est résorbé dans l'intestin en moyenne pour 92,9 pour 100; mais l'azoturine est considérable. L'urine ne renferme pas seulement une forte quantité d'urée, mais les autres principes solides s'y trouvent aussi dans une proportion exagérée (en particulier les phosphates).

» Il faut noter que, chez l'animal en expérience, la cessation de la glycosurie était complètement indépendante des variations apportées dans le régime alimentaire.

» Pour savoir comment le sucre absorbé par la voie intestinale serait utilisé, on mélangea un jour aux aliments 30^{gr} de glycose chimiquement pur. Le lendemain, l'urine contenait 11^{gr},2 de sucre, mais elle n'en renfermait plus le surlendemain, ni les jours suivants. La consommation du sucre se faisait donc bien mieux que chez les chiens glycosuriques; car, chez ces derniers, tout le sucre ingéré apparaissait dans l'urine.

» Pour interpréter les résultats de cette expérience, en s'appuyant sur la théorie de M. le professeur Lépine, on admettra que le sang de l'animal avait conservé en grande partie son pouvoir glycolytique, malgré l'extirpation totale du pancréas.

» *Conclusions.* — Voici ce qui me paraît résulter des faits que j'ai exposés dans cette Note et dans ma précédente Communication à l'Académie (6 avril 1891) :

» 1° Le pancréas a une action très importante, comme glande vasculaire sanguine, sur les échanges nutritifs.

» 2° A la suite des lésions provoquées ou de l'extirpation de cette

glande, il se produit une dénutrition considérable qui ne doit pas être exclusivement attribuée aux troubles digestifs.

» 3° La glycosurie et l'azoturie sont les deux symptômes principaux que l'on observe après l'extirpation totale du pancréas.

» La glycosurie apparaît toujours, et fatalement à la suite de cette opération; mais elle peut être intermittente et cesser complètement pendant de longues périodes de la maladie; dans ce cas l'azoturie devient le symptôme prédominant de l'affection, ainsi que cela se trouve quand on se borne à provoquer la sclérose du pancréas, au moyen d'une injection de paraffine dans ses canaux. Par conséquent, la forme diabète insipide peut alterner avec la forme diabète sucré lorsque la maladie a une marche lente.

» 4° Pendant la période où la glycosurie fait défaut, le sucre absorbé avec les aliments est utilisé en grande partie. Pour ce motif, je pense qu'il y a lieu de rechercher s'il se peut que le pancréas soit à la longue suppléé par d'autres organes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques sur les Pamirs.* Note de M. **Guillaume Capus**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations ont été faites pendant une traversée du massif pamirien, du nord au sud, en 1887, de la chaîne de l'Alaï à celle de l'Hindou-Kouch. La période envisagée va du 13 mars au 19 avril. Il convient de faire remarquer que la région alaïenne, quoique faisant partie du système orographique pamirien, s'en distingue par quelques conditions météorologiques et notamment la quantité de météores aqueux qui s'y accumulent en hiver. L'Alaï n'est séparé de la grande dépression turkestanienne que par une chaîne bordière. La large vallée alaïenne n'atteint au thalweg que 3100^m d'altitude, tandis que les vallées moins régulières, en général, des Pamirs, ont une altitude de 4250^m au Mouss-Koul, de 3197^m au lac Grand Kara-Koul, de 4025^m au lac Rang-Koul, de 4130^m au petit Pamir, etc. Le Trans-Alaï, chaîne de premier ordre, mitoyenne entre l'Alaï et les Pamirs, s'épointe en pics qui atteignent jusqu'à 7000^m d'élévation.

» Un premier fait général, accusé par nos chiffres d'observation du thermomètre, est la non-constance des grands froids, contrairement à la prévision. Si le point de congélation du mercure est quelquefois atteint à cette

époque pendant la nuit, les journées rehaussent souvent la température jusque dans le voisinage de 0° C. et dépassent même ce point.

» Toutes conditions égales d'ailleurs, le maximum de la journée semble tomber entre midi et 1^h. Le chiffre de ce maximum est influencé surtout à l'ombre par l'état du ciel, étant notablement plus élevé par un ciel couvert. Nous l'avons vu atteindre jusqu'à +1°,2 C. à Palpoukh (Alaï), le 17 mars à $12^h 30^m$; +1°,8 C., au Rang-Koul (Pamir), le 30 mars à $1^h 30^m$; +2° C. à Djal (Pamir), à $1^h 30^m$ le 7 avril, et jusqu'à +13° C. le 12 avril à midi sur le petit Pamir.

» D'ordinaire, ce maximum de la journée restait de quelques degrés au-dessous de zéro, et le plus faible maximum du milieu de la journée, constaté entre midi et 2^h, a été de −11°,5 C. le 31 mars à 1^h s., au Rang-Koul, par un ciel libre. Suivant l'état du ciel, le maximum de la journée est parfois reporté plus tard dans l'après-midi, et jamais avant midi.

» Les nuits sont, en général, excessivement froides, mais variables. Le minimum semble coïncider, toutes conditions égales, avec le lever du soleil. La température nocturne est fortement influencée par l'état du ciel, c'est-à-dire le rayonnement. Sur l'Alaï, tandis que le ciel est couvert, le thermomètre marque −13° C. le 18 mars à 6^h m., et −25°,5 C. le lendemain par un ciel pur. Le minimum nocturne a été constaté, dans la nuit du 30 au 31 mars, au lac Rang-Koul, où le mercure était à l'état solide. D'après le temps qu'il a mis à dégeler, après le lever du soleil, j'estime le minimum de la nuit à −44° C. Ce chiffre n'est certainement pas l'expression de la plus basse température sur le Pamir.

» Le thermomètre accuse une marche rapidement ascendante et descendante, notamment en présence d'un ciel découvert.

» Ex. : *Markane-Sou* (Pamir), 23 mars, 7^h m., −24°,2 C.; 9^h m., −20°,5; midi, −2° C.

» *Palpoukh* (Alaï), 18 mars, $5^h 10^m$ s., −11°,5 C.; $6^h 20^m$ s., −16°,5 C.; $7^h 45^m$ s., −20° C.

» Le 24 mars, au bord du lac Grand Kara-Koul, la température est tombée, en cinq heures (de $4^h 20^m$ s. à $9^h 20^m$ s.), de +1° C. à −19°,2 C.

» C'est là une des particularités caractéristiques du climat pamirien. Nous avons constaté une amplitude extrême de 61° entre le minimum et le maximum absolus, et de 41° entre le minimum et le maximum à l'ombre dans la même journée. Les écarts journaliers, du lever du soleil au maximum de la journée et de ce maximum au coucher, sont également consi-

dérables et atteignent plus de 25° C.; ex. : *Alaï*, 17 mars, thermomètre à l'ombre, 6^h m., — 19°,5 C., et 2^h s., + 7°,5 C.; *Rang-Koul*, 30 mars, 1^h30^m s., + 1°,8 C. et 7^h s., — 16° C.

» Les chiffres obtenus au soleil sont influencés fortement par l'exposition et la réverbération variable, selon la couverture et la nature du sol. Les plus grands écarts dans nos chiffres entre les températures prises au même moment à l'ombre et au soleil, ont été : *Alaï*, 21 mars, à 1^h45^m s., — 4°C. et + 34°,5C.; *Markhanesou*, 23 mars à midi, — 2°C. et + 30°C.; *Kara-Koul*, à 9^h15^m m., — 15°C. et + 23°,5C.; *Rang-Koul*, 31 mars, à 10^h15^m m., — 19°C. et + 16°C.; *Rang-Koul*, 1er avril, à 10^h35^m m., — 7°,5C. et + 29°C.; soit un écart maximum observé de 38°,5C. Le filet d'eau de neige fondue au contact d'un objet de couleur sombre regèle de suite, dès qu'il arrive à l'ombre de ce même objet.

» Cet écart, déjà considérable, le devient davantage en été et Ssévertzow cite les chiffres de — 10° C. à l'ombre et de + 70°C. au soleil. En prenant le chiffre de + 70°C. et celui de — 50°C. (probablement dépassé en hiver), l'amplitude extrême annuelle est au moins de 120°.

» En résumé, la marche des thermomètres sur le grand massif pamirien en hiver se distingue par des amplitudes considérables. Cette marche est rapidement ascendante et descendante avec la hauteur du soleil. Les plus basses températures sont accompagnées d'accalmies de vent et un ciel libre. Alors les effets du rayonnement se font sentir avec force, tandis que le ciel couvert amène des températures plus élevées. En comparant les oscillations des températures sur les Pamirs à celles des dépressions adjacentes, du Turkestan par exemple, on voit que les effets de la situation géographique continentale, déjà bien prononcés dans la dépression, sont exagérés dans une mesure exceptionnelle sur les Pamirs.

» Cependant les grands froids y sont moins fréquents et persistants à l'époque de l'année envisagée qu'on ne le croyait jusqu'alors et compensés par des périodes journalières d'élévation de température, qui permettent à la vie animale, représentée par un assez grand nombre d'espèces, y compris l'homme, de se maintenir à travers tout l'hiver dans des conditions physiologiques supportables, quoique très précaires pour quelques-unes. »

M. **L.-S. Lucas** adresse une Note sur les effets d'une trombe à Issy-sur-Seine.

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

ERRATA.

(Séance du 27 avril 1891.)

Note de MM. *E. Jungfleisch* et *E. Léger*, Sur l'isocinchonine :

Page 944, ligne 35, *au lieu de* base relativement abondante, *lisez* base relativement peu abondante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance de lundi prochain 18 mai est remise au mardi 19.

MÉCANIQUE. — *Essai de dynamique graphique pour l'étude des periodes de trouble dans les moteurs hydrauliques;* par M. **H. Léauté**.

« L'étude du mouvement des machines, dans la période de trouble comprise entre une perturbation brusque et le régime reconstitué, présente une haute importance pour le mécanicien. C'est dans cette période, en effet, que surgissent les accélérations dangereuses ou les ralentissements trop considérables et que prennent naissance ces oscillations prolongées de la

vitesse auxquelles il est souvent si difficile de porter remède; d'autre part, c'est par la manière dont se comporte le moteur dans ces circonstances que l'on peut le plus souvent juger de ses qualités véritables et des services qu'il est capable de rendre.

» Dans mes études précédentes sur ce sujet, j'ai indiqué les formules générales qui donnent une solution approchée du problème dans les cas usuels de la pratique et qui permettent de se rendre compte, sans calculs compliqués, des principaux effets des perturbations ordinaires auxquelles on est exposé.

» Mais, pour arriver ainsi à des règles ayant quelque généralité, il a fallu se placer dans les circonstances moyennes et faire abstraction des particularités qui différencient les diverses machines motrices. On a supposé que ces machines fonctionnaient dans des conditions voisines du maximum de rendement, que la quantité d'eau consommée était proportionnelle à l'ouverture de vanne, que les écarts de vitesse étaient peu considérables, et l'on a pu de la sorte ne pas tenir compte des caractères spéciaux qui correspondent à chaque moteur. Les formules ainsi obtenues ne sauraient naturellement présenter une rigueur complète, ni s'appliquer aux cas, relativement exceptionnels, qui s'écartent trop des restrictions faites.

» C'est, cependant, pour ces cas exceptionnels qu'il y a souvent le plus d'intérêt à être renseigné sur les phénomènes de la période troublée, puisque la comparaison avec des installations existantes cesse d'être possible, et que l'on ne possède plus ainsi de points de repère d'aucune sorte.

» Il est donc utile d'examiner la question dans les circonstances spéciales où les formules approchées ne s'appliquent plus avec une précision suffisante et d'indiquer le principe d'une solution pratique n'exigeant pas d'hypothèses restrictives.

» C'est là l'objet de ce travail, dont je ne puis songer, en raison de ses dimensions mêmes, à exposer ici le détail et qui paraîtra dans un autre Recueil ([1]). Il termine la série des recherches que, depuis dix ans, j'ai entreprises sur la régularisation du mouvement, en visant d'une façon spéciale les régulateurs à action indirecte.

» Pris dans toute sa généralité, le problème présente une complexité extrême, car il dépend de tous les éléments qui caractérisent le mode d'action du moteur.

([1]) *Journal de l'École Polytechnique.*

» La loi d'après laquelle le rendement est modifié suivant la vitesse, celle qui le fait dépendre de la quantité de fluide consommé, la manière dont varie cette quantité avec l'ouverture d'admission, sont autant de conditions dont il faut tenir compte ; or ces conditions ne sont presque jamais données que sous une forme empirique, ainsi que cela se produit, d'ailleurs, toutes les fois que l'on cherche à pénétrer complètement dans le domaine de la pratique.

» Une solution purement analytique se trouve, dès lors, rendue impossible et la question, comme toutes celles que la Statique graphique a si heureusement résolues, ne peut être utilement traitée que par une méthode mixte et par des procédés graphiques.

» Il faut, avant tout, avoir une représentation claire et complète du mode d'action du moteur; j'y arrive à l'aide du tracé d'un certain nombre de lignes qui mettent à la fois sous les yeux, dans une seule épure, tous les éléments de ce mode d'action; j'indique en même temps comment varient les formes de ces courbes pour les moteurs usuels et comment elles se déduisent des résultats habituellement donnés par les traités spéciaux.

» Cette représentation obtenue, le problème revient à l'intégration d'une équation différentielle du premier ordre sous sa forme générale et se ramène au tracé d'une courbe qui coupe une série de lignes données sous des angles également donnés.

» La manière de faire ce tracé étant indiquée, on a ainsi, par une suite de constructions graphiques simples, la représentation complète du mouvement de la machine pendant la période de trouble; on peut, dès lors, connaître, à un instant quelconque, la vitesse, l'ouverture de vanne, le chemin parcouru et l'on est, par suite, à même de déterminer tous les éléments du mouvement troublé, c'est-à-dire la durée qu'il aura, les oscillations qui le constitueront, les plus grands écarts de vitesse qu'il présentera.

» Afin de rendre cette méthode tout à fait claire, je l'applique, dans le dernier Chapitre du Mémoire, à l'un des cas les plus compliqués qui se puissent rencontrer, celui d'une turbine munie d'un appareil de régulation à fermeture rapide, pour laquelle la résistance varie brusquement du simple au double ou inversement et qui peut être noyée ou dénoyée ; une série de planches donne la représentation du mouvement troublé dans ces quatre cas.

» Ces épures, en même temps qu'elles établissent la simplicité d'exécution du procédé, montrent que l'emploi des tracés graphiques n'est pas

forcément limité à la résolution des équations ordinaires et au calcul des quadratures, mais qu'il peut donner aussi une solution pratique des problèmes qui dépendent de l'intégration d'une équation différentielle quelconque du premier ordre.

» En résumé, la méthode dont j'indique le principe pour les moteurs hydrauliques est un essai de Dynamique graphique; elle donne aux mécaniciens le moyen de calculer, en toutes circonstances, le mouvement que prendront leurs machines après une perturbation, absolument comme la Statique graphique donne aux constructeurs le moyen de prévoir les efforts que subiront leurs constructions sous l'action de toute charge accidentelle. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Abaissement du plan d'eau dans un corps cylindrique horizontal;* par M. **Haton de la Goupillière.**

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai étudié la durée de l'abaissement du plan d'eau qui s'opère dans un générateur de forme quelconque, abandonné à lui-même par défaut d'alimentation; et j'ai appliqué la méthode générale aux exemples qui se prêtent le plus directement au calcul. Je crois utile de revenir avec les mêmes compléments sur le cas spécial qui avait été traité originairement par M. Guchez ([2]) : celui d'une chaudière horizontale à corps cylindrique ([3]), assez longue pour nous permettre de faire abstraction de l'influence des fonds. La durée étant alors indépendante de la longueur, nous pouvons supposer celle-ci égale à l'unité, ce qui donne, en conservant les mêmes notations que dans le précédent article,

$$\sigma = 2, \qquad s = 2\sqrt{z(2R - z)}, \qquad S = \pi R + 2R \arcsin\frac{z - R}{R};$$

$$(v - u)Rt = \int_z^{z_0} \frac{\sqrt{z(2R - z)}\,dz}{\arcsin\dfrac{z - R}{R} + \dfrac{1}{v - u}\left(\dfrac{v\pi}{2} + \dfrac{2w}{R} + u \arcsin\dfrac{z_0 - R}{R}\right)}.$$

([1]) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 977.

([2]) *Loco citato* (voir ci-dessus, p. 978).

([3]) Les chaudières à foyer intérieur ou à bouilleurs se traiteraient de la même manière, au prix de calculs plus laborieux.

» Posons, pour abréger,

$$a = \frac{2}{v-u}\left(\frac{v\pi}{2} + \frac{2w}{R} + u \arcsin\frac{z_0 - R}{R}\right),$$
$$\alpha = 2 \arcsin\frac{z-R}{R} + a,$$

d'où il suit

$$\frac{z-R}{R} = \sin\frac{\alpha - a}{2}, \qquad dz = \frac{R}{2}\cos\frac{\alpha-a}{2}\,d\alpha, \qquad \sqrt{z(2R-z)} = R\cos\frac{\alpha-a}{2};$$

$$2\frac{v-u}{R}t = \int_\alpha^{\alpha_0} 2\cos^2\left(\frac{\alpha-a}{2}\right)\frac{d\alpha}{\alpha} = \int_\alpha^{\alpha_0}\frac{1+\cos(\alpha-a)}{\alpha}\,d\alpha$$
$$= \int_\alpha^{\alpha_0}\frac{(1+\cos a) - \cos a(1-\cos\alpha) + \sin a \sin\alpha}{\alpha}\,d\alpha.$$

» Les intégrales de ce type ne sont pas connues en termes finis; mais nous aurons, en employant le développement en séries,

$$2\frac{v-u}{R}t = 2\cos^2\frac{a}{2}\,L\frac{\alpha_0}{\alpha} + \sin a\left(\alpha - \frac{1}{3}\frac{\alpha^3}{1.2.3} + \frac{1}{5}\frac{\alpha^5}{1.2.3.4.5} - \ldots\right)_\alpha^{\alpha_0}$$
$$- \cos a\left(\frac{1}{2}\frac{\alpha^2}{1.2} - \frac{1}{4}\frac{\alpha^4}{1.2.3.4} + \frac{1}{6}\frac{\alpha^6}{1.2.3.4.5.6} - \ldots\right)_\alpha^{\alpha_0},$$

avec des suites encore plus convergentes que celles du sinus et du cosinus.

» Il vient, en particulier, pour l'hypothèse simplifiée, $u = 0$, $w = 0$,

$$a = \pi, \qquad \sin a = 0, \qquad \cos a = -1, \qquad \cos\frac{a}{2} = 0,$$

d'où

$$\frac{2(v-u)}{R}t = \left(\frac{1}{2}\frac{\alpha^2}{1.2} - \frac{1}{4}\frac{\alpha^4}{1.2.3.4} + \frac{1}{6}\frac{\alpha^6}{1.2.3.4.5.6} - \ldots\right)_\alpha^{\alpha_0}.$$

» Cette série donne, par ses six premiers termes,

$$\frac{\alpha^2}{4} - \frac{\alpha^4}{96} + \frac{\alpha^6}{4320} - \frac{\alpha^8}{322\,560} + \frac{\alpha^{10}}{36\,288\,000} - \frac{\alpha^{12}}{5\,748\,019\,200},$$

ou encore

$$0{,}250\,000\,000\,000\alpha^2 - 0{,}010\,416\,666\,667\alpha^4 + 0{,}000\,231\,481\,483\alpha^6$$
$$- 0{,}000\,003\,100\,198\alpha^8 + 0{,}000\,000\,027\,557\alpha^{10} - 0{,}000\,000\,000\,173\alpha^{12}.$$

» La variable α est croissante depuis zéro, pour le point le plus bas, jusqu'à 2π au sommet. Mais le plan des carneaux ne dépassera guère en pratique le milieu du rayon vertical, pour lequel $\alpha = \frac{4\pi}{3}$.

» Le quotient du septième terme $0,000\,000\,000\,000\,743\alpha^{14}$, par l'ensemble des deux premiers, constitue une limite supérieure de l'erreur relative que l'on commet en s'arrêtant au sixième. Elle prend, dans ce cas, le plus défavorable de tous, la valeur 0,000 380 dont l'extrême petitesse, pour une question de cette nature, montre que l'on pourra ordinairement se borner à un nombre de termes très restreint (1).

» Si l'on place, en particulier, le plan des carneaux dans le méridien horizontal, en faisant $\alpha_0 = \pi$, il faudra pour la vidange complète $0,825\frac{R}{v}$, et avec le rayon de 1^m : $82500^s = 22^h 55^m$. En calculant au moyen de la surface initiale, on trouverait un chiffre 0,606 fois trop faible, et un écart *en moins* de $9^h 1^m 40^s$ pour le cas précédent. Avec la moyenne arithmétique, on obtient un résultat 1,212 fois trop fort et, pour le rayon de 1^m, une erreur *en trop* de $4^h 51^m 40^s$. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Sur la délimitation des zones littorales.* Note de M. LÉON VAILLANT.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, Milne-Edwards).

« En 1871 (2), j'ai cherché à montrer que l'observation de certains animaux marins sédentaires fixés était de nature à donner les limites des divisions en lesquelles les auteurs ont partagé la région littorale. Ainsi le *Balanus balanoides*, Linné, s'élève à Saint-Malo au niveau des pleines mers minimums de vives eaux, c'est-à-dire marquerait la limite inférieure de la zone subterrestre.

» Des études poursuivies, depuis deux années, sur le *Leucodore ciliatus*, Johnston, Annélide très commun sur les côtes de Picardie et de Nor-

(1) C'est surtout pour les valeurs de α inférieures à l'unité que la convergence serait la plus accusée; mais elles ne seront jamais pratiques, car elles ne s'étendent pas au delà de 28° 38′ 52″ du point le plus bas.

(2) L. VAILLANT, *Remarques sur les zones littorales* (*Mémoires de la Société de Biologie pour* 1871, t. XXIII, p. 165, Pl. V. Paris; 1873).

mandie, m'ont fait trouver un second niveau, qui répondrait également à un point déterminé du flot.

» Cet animal se rencontre en quantité inimaginable dans la craie marneuse, qui s'étend de l'embouchure de la Seine à l'embouchure de la Somme sans interruption sensible, et perfore le calcaire pour s'y creuser une demeure ayant la forme générale d'un tube en U, dont chaque branche est extérieurement prolongée en un canal formé de particules arénacées et autres, réunies par une substance muqueuse; on ne trouve pas moins de vingt-cinq à trente habitations par centimètre carré, ce qui donnerait 250000 à 300000 individus par mètre superficiel. Aussi, bien que la longueur de ces vers, très menus, ne dépasse pas 10^{mm} à 12^{mm}, n'en doivent-ils pas moins être regardés comme d'actifs agents dans la destruction graduelle de ces rivages.

» Il fallait d'abord définir le point auquel s'élèvent ces animaux. Celui-ci diffère en effet suivant qu'on examine soit des roches en pointement, sur lesquelles, lors du jusant, l'eau ne peut se maintenir, soit des roches plus ou moins élargies à leur partie supérieure avec des excavations où l'eau séjourne. Dans ces sortes de petites mares permanentes, les Leucodores se rencontrent à des niveaux supérieurs à celui qu'ils occupent sur les parois verticales de la roche ou sur les pointements calcaires. Ce dernier niveau, étant plus régulier, peut être considéré comme normal : la constatation en est aussi plus facile.

» Ce niveau répondait en 1890 à celui du pied d'un barrage placé à la partie ouest de la plage des bains du bourg d'Ault et destiné à maintenir les galets en vue de protéger la falaise. Pour déterminer la hauteur de ce point au-dessus du zéro des cartes marines, un certain nombre d'observations ont été faites sur la façon dont ce barrage était recouvert à la mer étale. En estimant l'élévation du point auquel l'eau montait au moyen des hauteurs données pour la région dans l'*Annuaire des marées*, l'élévation du pied du barrage s'obtient en retranchant de cette hauteur, pour chaque marée observée, la distance verticale entre ce point et le pied, distance verticale facile à mesurer directement sur le barrage. Trois observations, faites dans des conditions favorables, par temps suffisamment calme, ayant donné pour cette hauteur $5^m,77$, $5^m,72$ et $5^m,32$, la moyenne $5^m,60$ peut être regardée comme exprimant d'une manière très approchée le niveau du pied du barrage et par conséquent l'élévation normale des Leucodores au-dessus du zéro des cartes marines.

» En prenant les limites des zones et sous-zones de la région littorale,

telles qu'Audouin et Milne-Edwards les ont théoriquement établies, si l'on calcule pour chacune d'elles les hauteurs correspondantes des marées au bourg d'Ault en 1890, on a le Tableau suivant :

				m
			Pleine mer max. d'équinoxe	10,5
	Zone subterrestre.			
			Pleine mer min. de vives eaux	9,2
		Sous-zone I.		
			Pleine mer min. de mortes eaux	7,2
Région littorale.	*Zone littorale.*	Sous-zone II.	Niveau moyen de la mer	5,3
			Basse mer max. de mortes eaux	3,3
		Sous-zone III.		
			Basse mer max. de vives eaux	1,4
	Zone sublittorale.			
			Basse mer min. d'équinoxe	0,4

» Le niveau supérieur $5^{m},6$, auquel atteignent les Leucodores, diffère à peine, on le voit, du niveau moyen de la mer.

» D'un autre côté, le point extrême auquel s'élèvent les Balanes, sur le barrage dont il a été question, serait un peu supérieur à $8^{m},6$. La limite inférieure de la zone subterrestre étant, d'après le tableau susdonné, de $9^{m},2$, pleine mer minimum de vives eaux, ces chiffres se rapprochent assez, eu égard à la nature de ces études, pour y trouver la confirmation des observations précédemment faites à Saint-Malo.

» On peut donc penser qu'il serait possible d'établir, par l'observation des espèces littorales et particulièrement des animaux fixés, une sorte d'échelle indiquant au premier coup d'œil avec une certaine approximation la hauteur à laquelle s'élèvent les eaux dans les différentes marées. Sur les côtes calcaires, car la nature des roches comme substratum a une influence très grande sur la faune et pourrait, sans doute, modifier la hauteur à laquelle s'élèvent certains êtres, le *Leucodore ciliatus*, Johnston, donne, par le point extrême qu'il atteint, le niveau moyen de la mer; le *Balanus balanoides*, Linné, d'autre part, s'élevant à la limite supérieure de la zone littorale, la distance qui sépare ces deux points représente la demi-hauteur de cette zone; or, le balancement des marées étant assez régulier pour qu'on puisse regarder l'abaissement comme égal à l'élévation, ceci permet de déduire la limite inférieure, c'est-à-dire le niveau des basses mers minimums de vives eaux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Devaux** adresse une Note sur « un nouveau système de moteur hydraulique ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Van Weddingen** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la direction des aérostats et un Mémoire « sur un nouveau mécanisme locomoteur ».

(Commissaires : MM. Resal, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (308) *(découverte le* 31 *mars* 1891*), faites à l'Observatoire de Marseille, par M.* **Borrelly**, *avec l'équatorial d'Eichens (ouverture* $0^m,258$*).*

Dates 1891.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Æ app.	Log. fact. parall.	℘ app.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″	h m s		° ′ ″		
Avril 6....	8.54.56	−0.39,38	− 0.31,2	12.20.14,77	$-\bar{1}$,412	91.16.31,6	−0,794	1
7....	9.12.41	−1.24,43	− 6.53,3	12.19.29,72	$-\bar{1}$,348	91.10. 9,5	−0,794	2
8....	8.55.59	−2. 8,58	−13.12,4	12.18.45,57	$-\bar{1}$,385	91. 3.50,4	−0,793	3
10....	8.54.14	−1.16,90	+12.58,5	12.17.19,55	$-\bar{1}$,363	90.51.30,1	−0,792	4
11....	10.16.18	−2. 1,99	+ 6.35,0	12.16.34,46	$-\bar{2}$,888	90.45. 6,6	−0,792	5
14....	9.15. 5	−4. 2,31	−10.46,4	12.14.34,14	$-\bar{1}$,224	90.27.45,2	−0,789	6
15....	9. 2.42	−0.25,45	+18.19,0	12.13.55,29	$-\bar{1}$,249	90.22. 5,6	−0,788	7
16....	8.49.22	−1. 2,85	+12.50,7	12.13.17,89	$-\bar{1}$,285	90.16.37,3	−0,788	8
17....	9.15.50	−1.40,88	+ 7.17,4	12.12.39,87	$-\bar{1}$,140	90.11. 4,0	−0,787	9
18....	9. 9.37	−2.16,83	+ 2. 3,9	12.12. 3,92	$-\bar{1}$,171	90. 5.50,5	−0,785	10
25....	8.45.12	+1.40,09	+ 1,18,1	12. 8.22,11	$-\bar{1}$,110	89.32.48,2	−0,782	11
26....	8.31.54	+1.13,20	− 2.45,0	12. 7.55,22	$-\bar{1}$,161	89.28.45,1	−0,782	12
28....	8.59.25	+1.12,47	+ 8.30,8	12. 7. 4,19	$-\bar{2}$,894	89.20.41,2	−0,780	13
29....	8.54.20	+0.49,10	+ 4.47,9	12. 6.40,82	$-\bar{2}$,912	89.16.58,3	−0,780	14
30....	9. 1.16	+0.27,25	+ 1.22,5	12. 6.18,96	$-\bar{2}$,768	89.13.32,8	−0,780	15

Positions des étoiles de comparaison.

⁎.	Gr.	Æ moy. 1891,0.	Réduction au jour.	℘ moy. 1891,0.	Réduction au jour.	Autorité.
1....	10	$12^h20^m53^s,12$	$+1^s,03$	91°.16′.55″,8	+7″,0	3708 Lamont
2....	»	»	»	»	»	»
3....	»	»	»	»	»	»
4....	9-10	12.18.35,42	+1,03	90.38.24,7	+6,9	3689 Lamont
5....	»	»	»	»	»	»
6....	»	»	»	»	»	»
7....	4	12.14.19,71	+1,03	90. 3.39,8	+6,8	η Vierge. Conn. des Temps
8....	»	»	»	»	»	»
9....	»	»	+1,04	»	»	»
10....	»	»	»	»	»	»
11....	10	12. 6.41,04	+0,98	89.31.23,8	+6,3	3612 Lamont
12....	»	»	»	»	»	»
13....	8-9	12. 5.50,75	+0,97	89.12. 4,3	+6,1	3607 Lamont
14....	»	»	»	»	»	»
15....	»	»	+0,96	»	+6,0	»

» Dans le n° 14 des *Comptes rendus* (6 avril 1891), cette planète est donnée comme affectée du n° 309; mais depuis lors on a reconnu que la planète, rencontrée par M. Charlois, le 11 février 1891 et considérée d'abord comme nouvelle, est identique avec 208 Lacrymosa. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la nouvelle planète Borrelly* (308). Note de M. **Fabry.**

Époque : 1891, avril 15, midi moyen de Paris.

Anomalie moyenne............	149°.11′.37″	Équinoxe moyen 1891,0
Distance du nœud au périhélie..	217.20.28	
Longitude du nœud..........	182.24.14	
Inclinaison....................	4.37.17	
Logarithme de l'excentricité....	$\bar{2}$,57633	
Moyen mouvement diurne......	790″,370	
Logarithme du demi grand axe..	0,43479	

» Ces éléments ont été calculés par la méthode exposée par Y. Villarceau (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. III), en faisant usage des for-

mules spéciales au cas où les latitudes et leurs dérivées sont très petites. Les 21 observations suivantes ont servi de base pour le calcul :

» 17 observations faites à Marseille (mars 31, avril 1, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 26, 28, 29).

» 2 observations faites à Hambourg (avril 3, 4).

» 2 observations faites à Alger (avril 4, 6).

» L'éphéméride suivante a été déduite des éléments ci-dessus :

Lieux moyens 1891,0.

12h temps moyen de Paris.

1891.	Ascension droite.	Déclinaison.	log Δ.
	h m s		
Mai 12......	12. 3.36	+1°.16′,4	0,3168
14......	3.28	1.18,9	»
16......	3.26	1.20,9	0,3257
18......	3.30	1.22,2	»
20......	3.38	1.22,9	0,3349
22......	3.52	1.22,9	»
24......	4.11	1.22,3	0,3443
26......	4.35	1.21,0	»
28......	5. 4	1.19,2	0,3537
30......	5.38	1.16,8	»
Juin 1......	6.16	1.13,9	0,3632
3......	7. 0	1.10,4	»
5......	7.48	1. 6,4	0,3727
7......	8.40	1. 1,8	»
9......	9.37	0.56,7	0,3821
11......	10.38	0.51,1	»
13......	12.11.44	+0.45,0	0,3915

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la planète* (308) *Borrelly, déduits des observations faites à l'Observatoire de Marseille les* 31 *mars*, 8 *avril*, 18 *avril et* 26 *avril* 1891. Note de M. **Esmiol**.

Époque : 1891 mars 31, minuit moyen de Paris.

M.........	158°.40′.43″,6	
π..........	28.13.43,0	Équinoxe moyen de 1891,0
☊.........	182.21.26,1	Équinoxe moyen de 1891,0
i..........	4.30.45,7	Équinoxe moyen de 1891,0
φ..........	1.40. 0,2	
μ..........	787″,69	
log *a*.......	0,43577	

Comparaison avec les lieux moyens.

	(1)		(2)	
Obs.-Calc.	$d\lambda\cos\beta$	+0",03	$d\lambda\cos\beta$	+0",05
	$d\beta$	+8",2	$d\beta$	+5",4

Éphéméride.

Dates 1891.	Positions apparentes. Ascension droite.	Déclinaison.	log Δ.
	h m s	° ′ ″	
Mai 8	12.4. 8,8	+1. 9. 5	
10	12.3.50,4	1.12.59	0,3102
12	12.3.37,6	1.16.13	
14	12.3.30,2	1.18.47	0,3190
16	12.3.28,3	1.20.42	
18	12.3.31,7	1.21.57	0,3280
20	12.3.40,5	1.22.34	
22	12.3.54,5	1.22.33	0,3373
24	12.4.13,7	1.21.55	
26	12.4.38,0	1.20.41	0,3466
28	12.5. 7,3	1.18.51	
30	12.5.41,5	1.16.26	0,3561
Juin 1	12.6.20,5	1.13.26	
3	12.7. 4,3	1. 9.54	0,3655
5	12.7.52,7	1. 5.48	
7	12.8.45,7	+1. 1.10	0,3750

» L'éphéméride ci-dessus a été calculée par M. Lubrano au moyen des éléments trouvés par M. Esmiol. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le premier trimestre de* 1891. Note de M. **Tacchini**.

« Le nombre des jours d'observation a été 64 pour les taches et les facules, savoir : 16 en janvier, 26 en février et 22 en mars. Voici les résultats :

1891.	Fréquence relative des taches.	des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	des facules.	Nombre des groupes par jour.
Janvier	1,56	0,30	18,50	16,88	1,38
Février	2,31	0,15	24,04	89,62	2,38
Mars	1,27	0,14	11,91	41,82	1,45

» Le phénomène des taches et des facules solaires a été, pendant le premier trimestre de 1891, bien plus prononcé que dans le trimestre précédent. On a constaté aussi un maximum secondaire dans le mois de février, et, en raison d'une plus grande activité solaire, le nombre des jours sans taches a été plus petit qu'auparavant.

» Pour les protubérances hydrogéniques, nous avons obtenu les résultats suivants :

1891.	Nombre des jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Janvier	13	4,62	36″,9	1°,3
Février	22	7,55	44,1	1,8
Mars	17	6,12	40,1	1,5

» Les protubérances solaires, comme les taches, ont donc été, pendant cette période, bien plus nombreuses que dans le dernier trimestre de l'année précédente, et l'on a trouvé aussi un maximum secondaire comme pour les taches et les facules ; de sorte qu'on peut affirmer que, pendant le mois de février 1891, une plus grande activité s'est manifestée à la surface du Soleil, par rapport à chaque espèce de phénomènes ; on a même observé des éruptions métalliques. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le mouvement du périgée de la Lune.* Note de M. J. **Perchot**, présentée par M. Poincaré.

« La variation des éléments de l'orbite de la Lune est déterminée par les équations

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dH}{dt} &= \frac{\partial R}{\partial h}, & \frac{dG_1}{dt} &= \frac{\partial R}{\partial g_1}, & \frac{dL}{dt} &= \frac{\partial R}{\partial l}, \\ \frac{dh}{dt} &= -\frac{\partial R}{\partial H}, & \frac{dg_1}{dt} &= -\frac{\partial R}{\partial G_1}, & \frac{dl}{dt} &= -\frac{\partial R}{\partial L}, \end{aligned}\right.$$

$$L = \sqrt{a\mu}, \qquad G_1 = 2L\sqrt{1-e^2}, \qquad H = \tfrac{1}{2}G_1 \cos i,$$

l désigne l'anomalie moyenne de la Lune ;
$g = 2g_1$ la distance angulaire du nœud ascendant au périgée ;
h la longitude du nœud ascendant.

» Je néglige les variations des éléments de l'orbite de la Terre, de a ou

de L, et aussi les inégalités périodiques de l. Alors

$$R = A + \Sigma B \cos[(in + i'n')t + 2i''g_1 + i'''h + q].$$

» On sait que g_1 augmente de 2π dans le temps $T = 6464^j$ et que h diminue de 2π en 6793^j, ce qui diffère relativement peu de T.

» Je détermine α par la condition

$$\alpha T = 2\pi, \qquad \alpha = 200'',4,$$

et je pose

$$\alpha t = k.$$

On a

$$(in + i'n')t = i_1\alpha t + \varepsilon t, \qquad \varepsilon < \alpha.$$

» Dans chaque terme de R je remplace $(in + i'n')t$ par $i_1\alpha t = i_1 k$ et je considère, au lieu du système (1), le système (2),

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{dH}{dt} = \dfrac{\partial\Phi}{\partial h}, & \dfrac{dG_1}{dt} = \dfrac{\partial\Phi}{dg_1}, \quad \dfrac{dK}{dt} = \dfrac{\partial\Phi}{\partial k}, \\ \dfrac{dh}{dt} = -\dfrac{\partial\Phi}{\partial H}, & \dfrac{dg_1}{dt} = -\dfrac{\partial\Phi}{\partial G_1}, \quad \dfrac{dk}{dt} = -\dfrac{\partial\Phi}{\partial K}; \end{cases}$$

$$\Phi = -\alpha K + A + \Sigma B \cos(i_1 k + 2i''_1 g_1 + i''h + q),$$
$$\Phi = \Phi_0 + n'^2 a^2 \Phi_1 + \ldots.$$

» Je néglige dans R ou dans Φ les termes du quatrième ordre et je ne considère que les cinq termes périodiques qui, d'après Delaunay, peuvent donner des inégalités du premier ordre dans g_1 et h.

» Je ramène le système (2) à la forme des systèmes pour lesquels M. Poincaré a démontré l'existence de solutions périodiques; j'y remplace, à cet effet, la fonction Φ par F,

$$F = \frac{\Phi^2}{2C} = \frac{\Phi_0^2}{2C} + \frac{\mu}{2C}(2\Phi_0\Phi_1 + n'^2 a^2 \Phi_1^2) + \ldots,$$

et je détermine par la méthode de M. Poincaré une solution périodique de ce système, de période $T_1 = T\dfrac{C_1}{C}$, C_1 et C étant des constantes convenablement choisies.

» En remplaçant, dans cette solution, t par $t\dfrac{C}{C_1}$ et μ par $n'^2 a^2$, j'aurai une solution périodique de (2) de période T.

» Or, prendre pour valeurs initiales des éléments celles qui correspondent à cette solution périodique, cela revient à supposer $e = \frac{1}{8}$, sans

rien changer aux autres constantes a, a', n, n', ...; et, par conséquent, la solution périodique représentera la variation de g_1 dans une première approximation.

» En faisant les calculs, comme M. Poincaré l'indique, je suis arrivé à la formule suivante

$$g = 2\alpha t + \frac{3}{4}\frac{n'^2}{n.678\alpha}\frac{1}{e}\sin(678\alpha t + q_1) - \frac{9}{4}\frac{n'^2}{n.204\alpha}\frac{1}{e}\sin(204\alpha t + q_2)$$
$$- \frac{1}{2}\frac{n'^2}{n.237\alpha}\frac{1}{e}\sin(237\alpha t - q_3) - \frac{3}{4}\frac{n'^2}{n.37\alpha}\sin(37\alpha t + q_4)$$
$$+ \frac{1}{4}\left[\frac{15n'^2}{n.33\alpha} + \frac{9}{2}\frac{n'^2 a}{C_1}\frac{n'^2}{n.33\alpha} - \left(\frac{n'^2 a^2}{C_1}\right)^2\frac{9e^2}{66}\right]\sin(33\alpha t + q_5),$$

et, en y remplaçant les lettres par leurs valeurs numériques,

$$g = 400''8t_{+\varpi_1} + 0^\circ,6\sin(37^\circ,66t + q_1) - 6^\circ,9\sin(11^\circ,33t + q_2)$$
$$- 1^\circ,3\sin(13^\circ,16t + q_3) - 1^\circ,5\sin(2^\circ,055t + q_4)$$
$$+ (2^\circ,2 + 2^\circ,62\beta + 0^\circ,10\beta^2)\sin(1^\circ,88t + q_5).$$

» Cette méthode sera encore applicable lorsqu'on tiendra compte des principales inégalités périodiques de l.

» Enfin la constante β qui entre dans l'expression de g sera déterminée de façon que la formule précédente représente le plus exactement possible les variations de g données par les Tables de la Lune. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les permutations limitées.* Note de M. **C.-A. Laisant**, présentée par M. Sarrau.

« Étant donnés n objets $a, b, c, \ldots, l$, supposons que l'on ait formé le Tableau de toutes les permutations telles que le premier rang, le deuxième, etc., ne puisse être occupé, dans chacune d'elles, que par *certains* de ces objets; et proposons-nous de déterminer le nombre de ces permutations.

» Désignons, parmi les objets $a, b, c, \ldots, l$, par

$a_1, b_1, c_1, \ldots$ ceux qui peuvent occuper le premier rang,

$a_2, b_2, c_2, \ldots$ ceux qui peuvent occuper le deuxième rang,

et ainsi de suite.

» Formons maintenant le produit

$$(a_1 + b_1 + c_1 + \ldots)(a_2 + b_2 + c_2 + \ldots) \ldots (a_n + b_n + c_n + \ldots),$$

qui est évidemment une fonction entière homogène et du degré n,

$$\mathrm{F}(a, b, c, \ldots, l)$$

des lettres $a, b, c, \ldots, l$.

» Si l'on développait ce produit, on y trouverait toutes les permutations demandées et, en outre, des termes contenant certaines lettres à un degré supérieur au premier; dans ces termes, par conséquent, manqueraient certaines autres lettres.

» Il est clair qu'en prenant la $n^{\text{ième}}$ dérivée par rapport à $a, b, c, \ldots, l$, successivement, d'un des termes représentant l'une des permutations cherchées, nous aurons l'unité pour résultat. En prenant la même dérivée d'un terme contenant des exposants supérieurs à l'unité, le résultat sera zéro.

» Donc, en appelant X le nombre des permutations demandées, nous avons

$$\mathrm{X} = \frac{d^n \mathrm{F}(a, b, c, \ldots, l)}{da\, db\, dc \ldots dl}.$$

» Cette formule, très générale, n'a guère qu'un intérêt théorique, car elle permettrait rarement, dans la pratique, le calcul effectif des permutations pour chaque problème particulier. Elle peut cependant offrir une ressource précieuse pour vérifier des solutions obtenues, soit sous forme déterminée, soit sous forme récurrente, par des méthodes directes.

» Nous ferons remarquer enfin que cette formule donne la solution générale d'un problème récemment étudié par M. G. de Longchamps, et qui peut s'énoncer de la manière suivante :

» Dans le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & \ldots & a_n \\ b_1 & b_2 & \ldots & b_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ l_1 & l_2 & \ldots & l_n \end{vmatrix},$$

un certain nombre d'éléments venant à s'annuler, combien le déterminant Δ aura-t-il de termes?

» Il est clair qu'en formant les sommes des éléments de la première, de la deuxième colonne, etc., et en effectuant le produit après avoir sup-

primé les indices, nous aurons la fonction F ci-dessus qui nous donnera la solution cherchée.

» Le nombre des termes disparus sera

$$n! - \frac{d^n F(a, b, \ldots, l)}{da\, db \ldots dl}. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de nombres complexes.* Note de M. **Markoff**, présentée par M. Hermite.

« Les nombres entiers qui dépendent de $\sqrt[3]{ab^2}$ (a, b sont les nombres entiers rationnels non divisibles par aucun carré) et ont la forme fractionnaire

$$\frac{x + y\sqrt[3]{ab^2} + z\sqrt[3]{a^2 b}}{3},$$

x, y, z, étant les nombres entiers rationnels non divisibles par 3, se divisent en deux classes :

» 1° Les nombres premiers avec 3;

» 2° Les nombres non premiers avec 3.

» Les carrés des nombres de première classe se réduisent à la forme

$$X + Y\sqrt[3]{ab^2} + Z\sqrt[3]{a^2 b},$$

X, Y, Z étant les nombres entiers rationnels.

» Quant aux nombres de seconde classe, toutes les puissances de ces nombres ont aussi la forme fractionnaire. Les unités complexes appartiennent à la classe première et nous voyons que le carré d'unité complexe

$$\frac{23 + 11\sqrt[3]{10} + 5\sqrt[3]{100}}{3}$$

est égal à

$$181 + 84\sqrt[3]{10} + 39\sqrt[3]{100}.$$

» J'ai trouvé encore que l'unité complexe

$$3\sqrt[3]{19} - 8$$

est égale au carré

$$\left(\frac{2 + 2\sqrt[3]{19} - \sqrt[3]{19^2}}{3}\right)^2;$$

» Or, dans le domaine des nombres dépendants de $\sqrt[3]{17}$, il n'existe aucune unité complexe de la forme fractionnaire, car l'unité fondamentale est égale à

$$324 + 126\sqrt[3]{17} + 40\sqrt[3]{17^2}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Expression du nombre π par une série très convergente*. Note de M. FÉLIX LUCAS.

« La formule de Leibnitz

$$(1)\qquad \frac{\pi}{4} = \frac{1}{1} - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \ldots$$

peut s'écrire sous les deux formes suivantes

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\pi}{4} = \quad 2\displaystyle\sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{(4m+1)(4m+3)}, \\ \dfrac{\pi}{4} = 1 - 2\displaystyle\sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{(4m+3)(4m+5)}. \end{cases}$$

» On en déduit, par différence,

$$(3)\qquad 1 = 4\sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{(4m+1)(4m+5)}$$

et, par addition,

$$(4)\qquad \frac{\pi}{2} = 1 + 8\sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{1}{(4m+1)(4m+3)(4m+5)}.$$

» Nous connaissons, d'autre part, la formule

$$(5)\qquad \frac{\pi^2}{8} = \frac{1}{1^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{7^2} + \ldots,$$

que nous pouvons écrire sous les deux formules suivantes

$$(6)\qquad \begin{cases} \dfrac{\pi^2}{8} = \quad 2\displaystyle\sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{(4m+3)^2 - 2(4m+3) + 2}{(4m+1)^2(4m+3)^2}, \\ \dfrac{\pi^2}{8} = 1 + 2\displaystyle\sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{(4m+3)^2 + 2(4m+3) + 2}{(4m+3)^2(4m+5)^2}. \end{cases}$$

» On en déduit, par différence,

$$(7)\qquad 1 = 8\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{4m+3}{(4m+1)^2(4m+5)^2}$$

et, par addition,

$$(8)\qquad \frac{\pi^2}{4} = 1 + 4\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{(4m+3)^4 - 2(4m+3)^2 + 8}{(4m+1)^2(4m+3)^2(4m+5)^2}.$$

» Retranchons (4) de (7), nous obtiendrons

$$(9)\qquad \frac{\pi}{4} = 1 - 16\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{1}{(4m+1)^2(4m+3)(4m+5)^2},$$

série dont la convergence est remarquable.

» Écrivons cette équation sous la forme

$$(10)\qquad \sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{4m+3}{(4m+1)^2(4m+3)^2(4m+5)^2} = \frac{1}{16} - \frac{\pi}{64};$$

remarquons, d'ailleurs, que les équations (3) et (8) donnent

$$(11)\qquad \sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{(4m+3)^2+4}{(4m+1)^2(4m+3)^2(4m+5)^2} = \frac{\pi^2}{32} - \frac{1}{4};$$

nous déduisons de (10) et (11) les deux formules suivantes

$$(12)\qquad \left\{\begin{aligned} &\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{1}{(4m+1)^2(4m+3)^2} = \frac{\pi^2 - 2\pi}{32},\\ &\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{1}{(4m+3)^2(4m+5)^2} = \frac{\pi^2 + 2\pi - 16}{32}.\end{aligned}\right.$$

Pour constater la grande convergence de la série (9), il suffit d'en calculer les quatre premiers termes; on trouve ainsi

$$\pi = 4 - 64\left(\frac{1}{75} + \frac{1}{14175} + \frac{1}{150579} + \frac{1}{732615}\right) = 3,1416. \text{ »}$$

BALISTIQUE INTÉRIEURE. — *Sur un manomètre enregistreur applicable aux bouches à feu.* Note de M. **P. Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« Nous nous sommes proposé de déterminer la loi de développement des pressions dans les bouches à feu, jusqu'à l'instant du maximum de pression, en utilisant le fonctionnement normal des manomètres à écrasement adoptés par l'artillerie pour l'évaluation des pressions maxima.

» Ce résultat a pu être obtenu, dans des conditions de simplicité inespérées, par une transformation des appareils en usage qui n'en complique pas l'emploi et n'entraîne aucune modification du canon sur lequel ils sont installés (1). Il suffit, en effet, de munir la tête du piston écraseur d'un petit tableau enfumé, de moins de 1^{cq} de surface, sur lequel trace, pendant son mouvement, une lame vibrante fixe déclenchée automatiquement par le premier déplacement du piston.

» Ce dispositif s'applique indistinctement aux manomètres placés soit dans la chambre à poudre, soit en avant de la ceinture du projectile.

» La valeur de la période de vibration de la lame étant connue, il suffit de lire au micromètre les longueurs interceptées par les ondulations sur l'axe du tracé, pour obtenir la loi de l'écrasement en fonction du temps.

» Voici les résultats généraux auxquels nous a conduit l'étude de plus de 150 tracés obtenus dans les canons de 37^{cm}, 27^{cm}, 24^{cm}, 16^{cm}, 14^{cm} de la Marine et dans les canons de 90^{mm} et 155^{mm} de la Guerre.

» 1° L'appareil crusher placé dans la chambre à poudre fonctionne statiquement, c'est-à-dire qu'il y a sensiblement équilibre, à tout instant de l'écrasement, entre la pression motrice et la résistance du cylindre. Ce résultat a même été obtenu avec des poudres beaucoup plus vives que les poudres réglementaires. Il en résulte que, non seulement la résistance finale du cylindre écrasé mesure bien la pression maximum, mais qu'il suffit de se reporter à la table de tarage statique des cylindres pour déduire, de l'écrasement observé à chaque instant, la pression correspondante et reconstituer, par suite, la loi de développement des pressions en fonction du temps jusqu'à l'instant du maximum. L'appareil constitue donc un *véritable manomètre enregistreur*.

(1) Ces nouveaux appareils ont été construits dans les ateliers du laboratoire central de la Marine, où les détails d'exécution ont été étudiés avec une grande habileté.

» La connaissance de la loi de développement des pressions en fonction du temps permet de passer, d'une façon simple, à la loi des vitesses et à celle des déplacements du projectile en fonction du temps.

» 2° L'appareil crusher, placé en avant de la ceinture du projectile, fonctionne dynamiquement, comme le faisait prévoir la théorie [1].

» Les essais effectués dans le canon de 14^{cm} de la Marine, avec le boulon crusher placé à quelques centimètres en avant de la ceinture, ont mis en évidence ce changement complet dans le mode de fonctionnement de l'appareil crusher, ainsi qu'il résulte de l'examen des tracés obtenus dans deux coups identiques, au moyen du même appareil placé successivement dans la chambre à poudre et en avant de la ceinture.

» Les écrasements observés ont été de $1^{mm},34$ dans la chambre à poudre et de $2^{mm},60$ en avant de la ceinture. L'écrasement dans la chambre à poudre a été effectué lentement dans la durée de 12 vibrations du diapason, soit $\frac{3}{1000}$ de seconde; l'écrasement produit par l'application brusque de la pression, lorsque le projectile a démasqué l'orifice du crusher placé en avant de la ceinture, a été effectué dans un temps inférieur à la durée d'une demi-période de la lame vibrante. Cette durée, de $\frac{1}{4000}$ de seconde environ, est très voisine de celle que la théorie assigne à l'écrasement dynamique du cylindre par un piston de 30^{gr}. Dans ce cas, la théorie indique que l'écrasement est double de celui qui répondrait à la pression sous laquelle a fonctionné l'appareil si cette pression était appliquée statiquement, ce qui est conforme au résultat expérimental.

» 3° Les premières recherches entreprises à l'aide de ces appareils ont également mis en évidence des anomalies de fonctionnement des poudres dans les bouches à feu que la simple mesure des pressions maxima ne permettait pas de soupçonner : ces recherches ont permis de déterminer les conditions dans lesquelles les anomalies dans le mode de répartition des pressions pourraient être supprimées. »

---

(1) Sarrau et Vieille, *Étude sur l'emploi des manomètres à écrasement* (*Mémorial des Poudres et Salpêtres*, t. I, p. 420).

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie élastique de la plasticité et de la fragilité des corps solides.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« Dans la théorie ordinaire de l'élasticité, on suppose que les forces élastiques sont liées aux déformations par des relations linéaires. On ne rencontre naturellement que les phénomènes de déformation temporaire dans lesquels le corps solide déformé revient exactement à sa forme primitive dès que cesse l'application des forces. On laisse systématiquement à part des cas d'indétermination, qui ont pourtant, comme on va le voir, une importance physique considérable; ils correspondent, en effet, à des états instables, qui ont pour conséquence la rupture ou l'écoulement du corps. J'énoncerai rapidement quelques-uns des résultats auxquels m'a conduit l'étude de ces cas; l'hypothèse fondamentale est la même que celle de la théorie de l'élasticité :

» A une déformation homogène déterminée d'un corps correspond toujours un système de forces élastiques unique, déterminé sans aucune ambiguïté. Mais à un système de forces élastiques déterminées ne correspond pas nécessairement une déformation déterminée.

» Il y a des corps incapables d'exercer sur d'autres certaines actions élastiques, et, par suite, de subir les réactions correspondantes. Si l'on réussit à donner aux divers points de ces corps un système de déplacements et de vitesses initiales qui, pour rester fini, exigerait le développement de pareilles forces, ces corps coulent ou se séparent. Ils coulent, comme les liquides ou les gaz, lorsque aucune déformation ne fait naître de force élastique tangente à la surface; les glissements sont alors indéterminés. Ils se rompent lorsque c'est la densité qui devient indéterminée et peut diminuer indéfiniment.

» Lorsqu'une déformation particulière ne fait naître aucune réaction élastique dans un corps, l'équilibre du corps est indifférent ou instable pour cette déformation, suivant qu'elle est produite dans le corps sans vitesses ou avec vitesses initiales. Si cette déformation particulière ne produit pas de variation de densité, elle s'accroît sans rupture. Si cette déformation particulière produit une variation de densité, elle entraîne rapidement la rupture dans les régions où la dilatation cubique est la plus grande.

» Un corps fragile est un corps dont de faibles déformations préalables altèrent assez l'élasticité pour rendre instables les variations de densité, en rendant nuls, puis négatifs, les accroissements de tension correspondant à une diminution de densité.

» Un corps plastique est un corps dont de faibles déformations préalables altèrent assez l'élasticité pour rendre instable un glissement sans variation de densité, en rendant nul, puis négatif, l'accroissement de force tangentielle résultant de ce glissement.

» Ces énoncés sont relatifs à un corps pris en masse limitée et soumis à des forces élastiques variables avec la direction, mais uniformes dans toute l'étendue du corps.

» La condition d'instabilité obtenue par l'indétermination des déformations est aussi celle à laquelle conduit l'existence d'un mouvement vibratoire de période infinie ou imaginaire. Pour un corps indéfini, ou pour un corps limité soumis à une action déformatrice localisée en un point, la condition est plus simple et ne dépend que des équations du mouvement interne. La condition d'instabilité est alors que la surface des vitesses normales des ondes passe par son centre; il y a rupture lorsque l'onde plane, dont la vitesse de propagation est nulle, est accompagnée de variations de densités. Telle est la condition qu'il faut appliquer quand la rupture est produite par le choc d'une pointe ou d'une lame de couteau, en particulier dans le cas du clivage des cristaux [1].

» Dans toutes ces recherches je ne suis point remonté à la source des forces élastiques, aux forces moléculaires elles-mêmes. Ce qu'on appelle, dans la théorie de l'élasticité, la théorie moléculaire pure, est insoutenable; elle doit être complétée. Cette théorie conduit, comme on sait, à un rapport fixe entre le coefficient d'élasticité de glissement et le coefficient de compressibilité; et l'expérience montre que ce rapport est variable avec la température.

---

[1] L'écoulement des solides sous de fortes pressions étudié par M. Tresca tient à la fois du premier et du second cas; j'ai dû rechercher à quelles équations obéissaient les petits mouvements d'un corps soumis à de très fortes pressions inégales en divers sens; et dans cette partie de mes recherches, effectuée il y a plus d'un an, mais non encore publiée, le classement de toutes les formes de surfaces d'ondes instables m'ayant pris beaucoup de temps, j'avais reconnu les erreurs que M. Poincaré a relevées à juste titre dans une Note récente, et je me proposais de les rectifier en rendant compte, dans la publication même où elles avaient paru, du nouveau Livre de M. Poincaré.

» Bien plus, la fixité de ce rapport a pour conséquence l'impossibilité de l'état liquide, et cette remarque montre quelles précautions l'on doit apporter dans l'exposition des théories capillaires, fondées comme celles de Laplace et de Gauss, sur l'hypothèse moléculaire pure. Loin de moi la pensée de renoncer à cette hypothèse : il faut seulement la compléter, et la théorie cinétique des gaz montre dans quel sens. Il ne faut plus regarder les molécules comme immobiles dans l'état d'équilibre, ni comme obéissant exclusivement aux déplacements d'ensemble que définissent les équations de l'élasticité, mais comme animées de mouvements indépendants, d'amplitude petite dans les vrais corps solides, suffisante néanmoins pour que les actions mutuelles moyennes soient un peu modifiées. Dans les liquides, ces mouvements de progression, que montre d'ailleurs suffisamment la diffusion, seront assez rapides et assez étendus pour rétablir instantanément l'isotropie troublée et justifier ainsi le mode de calcul de Laplace et de Gauss.

» Sous l'influence des fortes pressions, ces mouvements pourront cesser d'avoir même amplitude en tous sens, et si, dans une direction, le mouvement d'oscillation fait place à un mouvement de progression, le solide pourra couler dans ce sens sans se rompre, prendre une déformation considérable, et la conserver, si le refroidissement ou la suppression des forces extérieures arrête le mouvement de progression moléculaire et le ramène à un mouvement d'oscillation sur place. Tel est, sans entrer dans plus de détails, le mécanisme par lequel seraient produites, outre les déformations progressives très lentes, les variations des coefficients d'élasticité et les indéterminations que j'ai acceptées comme point de départ, et dont j'ai cherché à montrer les conséquences. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la surface d'onde dans les cristaux.* Note de M. C. Raveau, présentée par M. Lippmann.

« Toutes les théories de la lumière, qu'elles considèrent l'éther comme un corps élastique homogène ou qu'elles fassent intervenir, plus ou moins directement, l'action des molécules matérielles, présentent un point commun : des deux espèces de propriétés différentes, les unes élastiques, les autres dynamiques, qui caractérisent le milieu, elles supposent toujours qu'il n'y en a qu'une seule qui soit variable. Par exemple, dans la théorie de Mac Cullagh, l'éther a une densité constante, indépendante de la nature du

corps transparent et de la direction dans ce corps; dans celle de M. Sarrau, c'est l'élasticité qui ne varie pas; la plupart des physiciens anglais semblent admettre aujourd'hui que la densité de l'éther est variable et son élasticité constante; etc.

» Dans une Note précédente (¹), j'ai montré qu'on pouvait donner deux théories élastiques de l'électromagnétisme, théories dans lesquelles on fait correspondre l'énergie élastique et l'énergie magnétique respectivement à l'énergie cinétique ou à l'énergie potentielle; d'après ce qui précède, l'identification ne pourra être complète que si la perméabilité magnétique, ou la perméabilité électrique de tous les corps est la même; j'ai adopté la première de ces hypothèses, mais elle ne saurait être vraie en toute rigueur, sans quoi nous ne connaîtrions pas les phénomènes d'aimantation par influence.

» A ce point de vue, l'accord satisfaisant qui existe entre les théories mécaniques et l'expérience résulte de ce qu'on n'a étudié que des corps dont les propriétés magnétiques étaient peu énergiques et sensiblement indépendantes de la direction; la théorie électromagnétique se sépare nettement de toutes les autres, elle se manifeste comme plus générale et il importe de rechercher si les conséquences qu'on en déduit sont vérifiées par l'expérience.

» Une de ces conséquences est la suivante : dans les cristaux qui présentent à la fois une anisotropie notable au point de vue électrique et au point de vue magnétique, la surface d'onde ne sera plus celle de Fresnel; pour les systèmes qui présentent trois plans de symétrie, l'équation contiendra les six coefficients d'induction principaux (M. Hertz a donné l'équation de la surface dans ce cas); pour les autres, elles renferment, en outre, les paramètres qui définissent la position des ellipsoïdes d'induction par rapport au réseau et la surface aura seulement le même degré de symétrie que le cristal. L'existence de trois plans de symétrie optique dans tous les systèmes cristallins, qui était, *a priori*, une difficulté et qui n'avait jamais été, je crois, vérifiée avec une très grande précision, n'apparaît plus comme nécessaire.

» Une autre conséquence remarquable est que, dans les cristaux, s'il en existe, qui seraient isotropes au point de vue électrique et anisotropes au point de vue magnétique, la surface d'onde serait celle de Fresnel, mais qu'en chaque point les directions de la force électrique et de la force ma-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 853.

gnétique sont interverties, et le plan de polarisation aura tourné d'un angle droit.

» Je commence actuellement (1) des recherches expérimentales ayant pour but de contrôler les diverses conclusions que je viens d'indiquer. Si elles sont vraies, il sera nécessaire de généraliser les diverses théories mécaniques de la lumière et en même temps la théorie électromagnétique recevra une importante confirmation. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination de la constante diélectrique du verre à l'aide d'oscillations électriques très rapides.* Note de M. **R. Blondlot**, présentée par M. Lippmann.

« Les oscillations électriques très rapides, telles que les produisent les appareils de M. Hertz, ont été utilisées par M. J. Thomson pour la mesure de la constante diélectrique (2). M. J. Thomson tire de ses expériences la conclusion suivante : « Pour des oscillations au nombre de 25 000 000 par seconde, la capacité inductive spécifique du verre est très près d'être égale au carré de l'indice de réfraction et est beaucoup moindre que par des renversements plus lents. »

» On peut objecter, contre cette conclusion, l'emploi de la formule donnant la période des oscillations, formule dont l'exactitude est douteuse dans le cas des oscillations très rapides. Plus récemment, M. E. Lecher a mesuré les constantes diélectriques de plusieurs substances à l'aide d'une méthode fondée également sur la détermination de la longueur d'onde d'oscillations très rapides, mais sans l'intervention d'aucune formule.

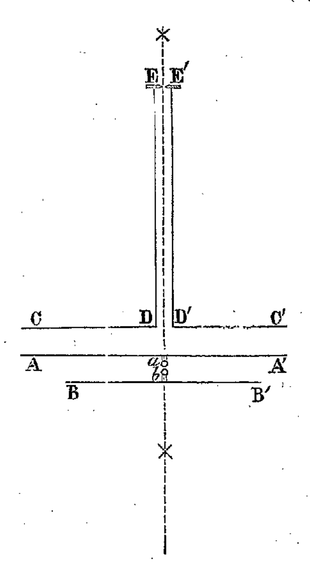
» Les conclusions de M. Lecher sont diamétralement opposées à celles de M. J. Thomson : « Non seulement, dit-il, la constante diélectrique, » calculée à l'aide de la capacité, ne devient pas plus petite pour des oscil- » lations très rapides, mais même elle croît notablement. »

» Ces conclusions contradictoires m'ont engagé à de nouvelles recherches ; la méthode que j'ai employée repose sur l'emploi d'oscillations très rapides, mais je ne me sers d'aucune formule.

(1) Au Laboratoire d'enseignement de la Physique, à la Sorbone.

(2) J.-J. Thomson, *Capacité inductive spécifique des diélectriques quand ils sont soumis à l'action de forces électriques à alternatives rapides* (*Proceedings of the Royal Society*, 20 juin 1889.

» Une grande plaque rectangulaire en laiton AA′ est fixée verticalement; une seconde plaque BB′, plus petite, forme condensateur avec la première. Ce condensateur peut se décharger sur lui-même par l'intermédiaire des boules a et b; a est en communication avec les tuyaux de gaz, b avec l'un des pôles d'une bobine d'induction dont l'autre pôle communique avec les tuyaux de gaz. Lorsque la bobine fonctionne, le condensateur AB est le siège de charges et de décharges oscillatoires dont la période est de l'ordre des $\frac{1}{25000000}$ de seconde.



» On a ainsi, dans l'espace situé du côté de AA′ opposé à BB′, un champ électromagnétique périodique qui, c'est ici le point capital, admet XX comme plan de symétrie.

» Fixons dans ce champ deux plaques carrées CD, C′D′ parallèles à AA′ et symétriques par rapport à XX, puis soudons aux milieux DD′ de leurs bords internes deux fils aboutissant en E et E′ à deux pointes de charbon à lumière maintenues en regard à une distance très petite.

» Bien que la bobine fonctionne, on n'observe entre E et E′ aucune lueur : cela résulte de la symétrie de l'appareil. Interposons entre AA′ et CD une lame de verre, aussitôt des étincelles jaillissent entre E et E′; cela résulte de ce que l'induction reçue par CD est devenue plus forte que celle que reçoit C′D′.

» Interposons maintenant entre AA et C′D′ une lame de soufre; si nous lui donnons une épaisseur telle que l'action inductrice sur C′D′ soit égale

à l'action sur CD, les étincelles disparaîtront en EE'. Réciproquement, la disparition des étincelles en EE' indiquera que les inductions transmises à CD et à C'D' sont égales; il suffira alors de mesurer les épaisseurs des deux lames diélectriques pour déterminer par un calcul facile le rapport des constantes diélectriques du verre et du soufre. Grâce à des précautions expérimentales que je ne puis indiquer ici, j'ai pu rendre cette méthode sensible et précise.

» La plaque de verre que j'ai employée a exactement 3^{cm} d'épaisseur. D'autre part, j'ai coulé deux plaques de soufre en forme de prismes de même angle, de façon qu'en les accolant, comme dans le compensateur de Babinet, on reforme une lame à faces parallèles dont on peut faire varier l'épaisseur. J'ai trouvé $3^{cm},15$ pour l'épaisseur de la lame de soufre compensant exactement la lame de verre. Pour achever de déterminer la constante diélectrique du verre, il fallait connaître celle du soufre; cela était facile, puisque le soufre est un diélectrique presque parfait. J'ai employé la méthode indiquée par M. J. Curie (¹), et j'ai trouvé le nombre 2,94; on en déduit, pour la constante diélectrique du verre, le nombre $2,8 = (1,67)^2$.

» Comme on le voit, ce résultat est presque identique à celui de M. J. Thomson. La loi de Maxwell n'est pas vérifiée exactement, car l'indice moyen de ma lame de verre est 1,51 environ, mais l'écart est beaucoup moins grand que celui que donnent les valeurs des constantes diélectriques obtenues à l'aide de méthodes plus lentes. Ma conclusion est la même que celle de M. J. Thomson. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau composé oxygéné du tungstène.* Note de M. **E. Péchard** (²), présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (³), j'ai annoncé que l'eau oxygénée transformait les paratungstates alcalins en combinaisons plus solubles. Il était intéressant de rechercher si cette réaction donne naissance à des sels d'un acide suroxygéné, c'est-à-dire à des hypertungstates analogues aux hypermolybdates que j'ai fait connaître.

» Une dissolution de paratungstate de soude, additionnée d'eau oxy-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 1889.
(²) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.
(³) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 720.

génée et portée à l'ébullition pendant quelques minutes, prend rapidement une teinte jaunâtre. Dès ce moment, la liqueur ne contient plus de paratungstate de soude, car, si l'on y verse de l'acide nitrique, on ne voit pas se produire un précipité d'acide tungstique, même en portant ce mélange à l'ébullition.

» La liqueur jaune ainsi obtenue, soumise à l'évaporation dans le vide sec, donne un liquide sirupeux, très dense, d'où se déposent de petits cristaux blancs radiés. Ces cristaux se distinguent déjà du paratungstate de soude par leur grande solubilité dans l'eau; on peut les purifier par plusieurs cristallisations.

» Chauffés progressivement dans le vide, ces cristaux abandonnent d'abord de l'eau, et, si l'on continue à les chauffer, ils foisonnent brusquement en laissant dégager de l'oxygène. Le sel qui reste après cette opération est un tungstate de soude qui est jaune à chaud et devient blanc par le refroidissement.

» La destruction de ce sel par la chaleur m'a permis d'en déterminer la composition; elle correspond à la formule

$$NaO, 2HO, Tu^2O^7.$$

ainsi qu'il résulte des nombres suivants :

	Calculé.		Trouvé.	
NaO	31	10,72	10,74	»
2HO	18	6,23	6,29	»
Tu^2O^7	232	80,28	79,96	»
O	8	2,77	2,82	2,93
	289	100,00	99,81	

» Les volumes d'oxygène recueilli dans ces deux analyses étaient de 55^{cc} et 33^{cc} pour $2^{gr},7948$ et $1^{gr},6133$ de matière.

» Le paratungstate d'ammoniaque traité par l'eau oxygénée donne également un sel blanc, très soluble dans l'eau, indécomposable par l'acide nitrique et foisonnant sous l'action de la chaleur.

» Les analyses qui précèdent montrent donc que l'eau oxygénée transforme l'acide tungstique des tungstates alcalins en un acide suroxygéné Tu^2O^7, Aq, et ce fait peut être montré encore par les réactions suivantes :

1° Les alcalis détruisent les sels que je viens de décrire et mettent en liberté de l'oxygène. C'est pourquoi il est nécessaire de s'adresser, pour

leur préparation, aux paratungstates et non aux tungstates neutres, qui sont toujours alcalins.

2° Une dissolution de ces sels chasse l'iode de l'iodure de potassium et décompose l'acide chlorhydrique en dégageant du chlore. Le tungstate alcalin qui reste dans la liqueur est alors décomposé et de l'acide tungstique est mis en liberté par l'excès d'acide chlorhydrique.

» En résumé, l'eau oxygénée exerce sur les tungstates alcalins une action analogue à celle que j'ai déjà étudiée pour les molybdates. Elle donne des hypertungstates dérivant d'un acide suroxygéné du tungstène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude thermique des acides organiques bibasiques à fonctions simples.* Note de M. G. MASSOL.

« Pour déterminer l'*affinité* ou l'*énergie de combinaison* des acides, on s'était borné autrefois à mesurer les *chaleurs de neutralisation*, c'est-à-dire les chaleurs dégagées par la combinaison de 1^{mol} d'acide avec une ou plusieurs molécules de base, pour former un sel, tous les corps étant dissous dans une quantité d'eau considérable (2^{lit} pour chaque acidité ou basicité.)

» Or les chaleurs de neutralisation ne représentent pas exactement les quantités de chaleur dégagées par la combinaison de l'acide avec la base; il se produit le plus souvent des actions secondaires, telles que dissociation des sels, formation d'hydrates, etc., et l'effet thermique observé n'est qu'une résultante.

» Pour éviter ces causes d'erreur, il suffit de rapporter tous les corps à l'état solide, ainsi que l'a indiqué M. Berthelot (¹) il y a plusieurs années : il a donné la chaleur de formation des sels solides, depuis l'acide et la base, comme la véritable mesure des affinités qui concourent à leur production. Je vais faire quelques applications nouvelles de ce principe aux sels des acides de la série oxalique. Leur chaleur de neutralisation en solution étendue est comprise entre $+13^{Cal}$ et $+14^{Cal}$ par équivalent de base. Dans certains cas, la deuxième molécule de base dégage un peu plus de chaleur que la première (acides oxalique, malonique, ainsi que les acides minéraux sulfurique, arsénieux, sélénique, etc.); pour d'autres acides, c'est la première molécule de base qui dégage le plus de chaleur

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. IV, p. 74, et surtout p. 122 et suivantes, p. 130, etc. — *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1888, p. 612.

(acides succinique, tartrique et sulfureux, sélénieux, arsénique, etc.). Ces différences varient de $0^{Cal},5$ à 1^{Cal}

» Mais, si l'on calcule les chaleurs dégagées : 1° par la formation du sel acide solide, 2° par la transformation du sel acide en sel neutre solide, on observe les résultats suivants, les réactions générales étant indiquées par les deux équations

$$C^nH^{2n-4}O^4 \text{ sol.} + M'OH \text{ sol.} = C^nH^{2n-3}M'O^4 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} : + Q$$
$$C^nH^{2n-3}M'O^4 \text{ sol.} + M'OH \text{ sol.} = C^nH^{2n-4}M'^2O^4 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} : + Q'.$$

	Acide			
	oxalique.	malonique.	succinique.	sulfurique.
1er KOH	+ 34,28 c	+ 27,87 c	+ 25,26 c	+ 47,8 c
2e KOH	+ 24,69	+ 20,70	+ 21,15	+ 33,6
Total	+ 58,97	+ 48,57	+ 46,40	+ 81,4
1er NaOH	+ 28,3	+ 25,8	»	+ 42,7
2e NaOH	+ 24,7	+ 15,6	»	+ 26,6
Total	+ 53,0	+ 41,4	+ 40,0	+ 69,3

» Il ressort nettement des résultats ci-dessus que : 1° contrairement à ce que semblent indiquer les chaleurs de neutralisation, la combinaison avec une première molécule de base, qui donne naissance au sel acide, dégage plus de chaleur que l'action d'une deuxième molécule de la même base qui transforme le sel acide en sel neutre.

» L'acide sulfurique, que je prends comme type de diacide minéral à constitution symétrique, se comporte de même; la première acidité est plus énergique que la seconde.

» 2° En réalité, ces différences thermiques n'impliquent point, à mon avis, une constitution dyssymétrique : je les attribue à une action réciproque des deux groupements acides. Si dans l'acide formique $H.CO^2H$, qui dégage $+ 25^{Cal},8$ avec la potasse, l'on remplace l'atome d'hydrogène par un autre groupe CO^2H, ce dernier, par sa présence, renforce l'acidité de tout le système, et cette acidité *devient supérieure* à celle de 2 molécules d'acide formique ($25^{Cal},8 \times 2 = 51^{Cal},6$ au lieu de $58^{Cal},8$). Mais, la première acidité neutralisée, le sel acide se comporte comme un monoacide : dans le cas actuel, comme l'acide formique.

» 3° Dans l'acide malonique les deux groupements CO^2H sont séparés par un groupe hydrocarboné, et leur dépendance fonctionnelle est

moindre. La première acidité, bien que supérieure à celle de l'acide formique, est notablement moindre que celle de l'acide oxalique. Après saturation, le groupe CO^2H restant se comporte comme l'acide acétique.

» 4° Enfin, pour l'acide succinique, l'acidité totale est un peu plus faible que celle de l'acide malonique; mais elle est supérieure de $+ 3^{Cal}$ à celle de 2 molécules d'acide acétique. »

Remarque sur la Note précédente; par M. **Berthelot**.

« Les observations intéressantes de M. Massol renferment des faits nouveaux relatifs aux sels des acides malonique et succinique. Quant à la conclusion relative à la prépondérance, dans l'état solide, de la chaleur dégagée par la réaction du premier équivalent de base sur celle que dégage le second équivalent, dans leur union avec un acide basique, c'est une conséquence nécessaire de ce fait constaté ([1]) : que l'union d'un acide bibasique avec son sel neutre pour former un sel acide, *dans l'état solide*, dégage de la chaleur. Soit, en effet, un acide bibasique RH^2O^8 et une base alcaline MHO^2. Soit la formation du sel neutre

$$RH^2O^8 + 2MHO^2 = RM^2O^8 + 2H^2O^2, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +2Q$$

et l'union du sel neutre avec une nouvelle proportion d'acide,

$$RM^2O^8 + RH^2O^8 = 2RHMO^8 \ldots\ldots\ldots \quad +Q'$$

Q et Q' étant des quantités positives.

» Ajoutons ces deux équations, on aura

$$2RH^2O^8 + 2MHO^2 = 2RHMO^8 + 2H^2O^2 \ldots\ldots\ldots \quad 2Q + Q'$$

» La chaleur de combinaison rapportée à un seul équivalent de base sera Q pour le sel neutre, $Q + \frac{Q'}{2}$ pour le sel acide, et dès lors $Q - \frac{Q'}{2}$ pour l'union du deuxième équivalent de base avec le sel acide.

» C'est précisément par cet écart entre les chaleurs de formation du sel acide et du sel neutre que j'ai expliqué les actions réciproques et les équilibres entre un acide monobasique et un acide bibasique, par exemple

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 130; 1875.

la décomposition des sulfates neutres par les acides azotique et chlorhydrique [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le quatrième alcool amylique primaire.* Note de M. L. **Tissier**, présentée par M. Friedel.

« La théorie permet de prévoir, dans la série amylique, outre trois alcools secondaires et un alcool tertiaire qui sont connus, quatre alcools primaires de constitutions différentes :

Alcool normal.................	$CH^3-(CH^2)^3-CH^2OH$
Alcool isoamylique.............	$(CH^3)^2=CH-CH^2-CH^2OH$
Alcool amylique actif...........	$\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\end{matrix}>CH-CH^2OH$
Alcool triméthyléthylique......	$(CH^3)^3\equiv C-CH^2OH$

» Sur ces derniers, trois seulement étaient connus.

» Il était d'autant plus intéressant de rechercher ce quatrième alcool $(CH^3)^3\equiv C-CH^2OH$, correspondant à l'acide triméthylacétique, que les trois groupes méthyle, attachés à un même carbone, devaient lui donner des propriétés particulières. Afin de l'obtenir, j'ai préparé d'abord l'amine correspondante, au moyen du cyanure de butyle tertiaire, cette amine devant donner l'alcool cherché par substitution du groupe (OH) au groupe AzH^2.

» *Triméthyléthylamine* $(CH^3)^3\equiv C-CH^2AzH^2$. — Le cyanure de butyle tertiaire, obtenu par l'action de l'iodure de triméthylcarbyle sur le cyanure double de mercure et de potassium à la température de 4°, suivant le procédé de Bouttlerow, a été dissous dans environ vingt-cinq fois son poids d'alcool absolu.

» Le mélange porté à l'ébullition, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant et additionné peu à peu d'un excès de sodium, laisse dégager des vapeurs alcalines, à odeur de marée, qu'on peut recueillir dans l'acide chlorhydrique étendu d'eau. Par évaporation de la solution chlorhydrique, on obtient des cristaux qui, décomposés par la potasse, mettent en liberté la triméthyléthylamine, liquide incolore, bouillant de 81° à 82°.

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 586.

» Le chlorhydrate fond, en se décomposant, vers 85° ; c'est un corps soluble dans l'eau et dans l'alcool absolu.

» *Chloroplatinate* $[(CH^3)^3 \equiv C - CH^2 AzH^2 - HCl]^2 PtCl^4$. — Le chlorhydrate est précipité de ses solutions aqueuses ou alcooliques par le chlorure de platine, en feuillets jaune d'or, peu solubles dans l'alcool bouillant.

» On a préparé de même le chloraurate et le chloromercurate.

» Plus de trois mois après la publication de ces faits (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. III, p. 497), MM. Freund et Senze, en Allemagne, communiquaient les mêmes résultats, sans tenir compte de mes recherches, interrompues pendant les mois d'août et septembre; de plus, faisant agir, ainsi que je l'avais déjà indiqué, l'azotite d'argent sur le chlorhydrate de triméthyléthylamine, ils obtenaient un alcool bouillant à 102°-103°, qu'ils présentaient comme l'alcool triméthyléthylique.

» Or on sait que l'action de l'acide nitreux sur les amines primaires donne facilement, par transposition moléculaire, des alcools secondaires ou tertiaires. Dans le cas présent, on pouvait retomber sur un alcool amylique tertiaire, le diméthyléthylcarbinol obtenu pour la première fois par Wurtz,

$$(CH^3)^3 \equiv C - CH^2 AzH^2 + AzO^2H = \begin{matrix}(CH^3)^2 \\ CH^3 - CH^2\end{matrix} \rangle C - OH + H^2O + Az^2;$$

et, en effet, le diméthyléthylcarbinol bout à 102°,3 comme l'alcool indiqué précédemment.

» J'ai alors pensé à vérifier la formule de l'alcool dérivé de l'amine :

» 1° En comparant ses propriétés à celles du diméthyléthylcarbinol, ce qui m'a fourni le Tableau suivant :

Alcool	Liquide incolore.	Odeur camphrée.	Ébull. 102°,5
Oxydation.	Acide acétique, SO^4H^2. Acétone, pas d'acide sulfamylique.		
Diméthyléthylcarbinol	Liquide incolore.	Odeur camphrée.	Ébull. 102°-103°
Oxydation.	Acide acétique, SO^4H^2. Acétone, pas d'acide sulfamylique.		

» Tout est donc pareil de part et d'autre.

» 2° En préparant par une autre voie l'alcool triméthyléthylique. Je me suis adressé à la réduction des chlorures d'acides par l'amalgame de sodium.

» *Alcool triméthyléthylique* $(C^5H^{12}O)(CH^3)^3 \equiv C - CH^2OH$. — On verse peu à peu un mélange de 10gr de chlorure d'acide triméthylacétique avec

20gr du même acide sur 250gr d'amalgame de sodium à 3 pour 100 placé dans un flacon de verre, en ayant soin d'agiter constamment. Au bout de vingt-quatre heures, on ajoute de l'eau et, après saturation du liquide par la potasse, on obtient à la distillation environ 8gr d'un liquide huileux qui, fractionné, se sépare en plusieurs portions bouillant de 65° à 80°, de 105° à 120°, de 150° à 180° et enfin au-dessus de 180°.

» La portion passant de 105° à 120° rectifiée se prend en une masse cristalline sans action sur la lumière polarisée (1), fondant à 48°-50°, bouillant à 112°-113°, d'une tension de vapeur très grande, même à la température ordinaire. Des traces d'éther suffisent à la dissoudre. Ce produit possède les caractères d'un alcool.

» Il donne, avec l'acide sulfurique, un acide amylsulfurique qui fournit un sel de baryte cristallisé.

» Par oxydation de l'alcool avec l'acide chromique, on obtient l'acide triméthylacétique.

» La vitesse et la limite d'éthérification, mesurées à 153°-154° au moyen d'un mélange d'acide acétique cristallisable, fondant à 16°,6 et d'alcool à molécules égales, ont donné les résultats suivants :

Vitesse...... 40,75; 40,69; 40,71 Limite...... 66,99; 67,2

» Pour obtenir le chlorure d'acide nécessaire, il est avantageux de préparer l'acide triméthylacétique par oxydation de la pinacoline, suivant le procédé qui l'a donné pour la première fois à MM. Friedel et Silva (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 48); puis à faire réagir à froid le trichlorure de phosphore, à raison de deux molécules d'acide pour une de trichlorure; la réaction est terminée au bout de vingt-quatre heures, avec un rendement de 95 pour 100 de la théorie.

» *Éther triméthylacétique* $(CH^3)^3 \equiv C-CH^2-O-OC-C \equiv (CH^3)^3$. — La portion la plus importante des huiles brutes, passant à 140°-180°, est composée d'éther triméthyléthylacétique. C'est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant, après rectification, à 164°-166°. Par la potasse sèche, il se décompose rapidement, à l'ébullition, en alcool triméthyléthylique et triméthylacétate de potassium.

» *Éther acétique* $(CH^3)^3 \equiv C-CH^2-O-OC^2H^3$. — Si l'on fait réagir sur l'alcool triméthylacétique soit l'acide acétique cristallisable, soit le

(1) Nous rappellerons que l'acide triméthylacétique cristallise de même en masses et en dendrites sans action sur la lumière polarisée.

chlorure d'acétyle, surtout à chaud, en tube scellé, on obtient un liquide incolore à odeur de pommes, bouillant vers 126°.

» *Aldéhyde triméthylacétique* $(CH^3)^3 \equiv C-COH$. — Les premières portions des huiles obtenues dans la réduction du chlorure de triméthylacétyle, bouillant de 65° à 90°, réduisent le nitrate d'argent ammoniacal et forment avec le bisulfite de soude une combinaison d'où l'on peut tirer, après purification, un liquide bouillant à 74°-75°, fondant à + 3°. Densité = 0,7927 à 18°.

» Par réduction au moyen de l'amalgame de sodium, elle donne l'alcool triméthyléthylique. Je me propose de continuer l'étude de cet alcool et de ses dérivés ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la diffusion de l'eau douce dans l'eau de mer.* Note de M. J. THOULET.

« J'ai commencé, le 1er décembre 1890, l'expérience suivante, relative à la diffusion de l'eau douce dans l'eau de mer.

» Dans un flacon cylindrique de 600cc divisé en parties d'égale hauteur et d'égale capacité, j'ai versé 300cc d'eau de mer amenée par évaporation à la densité 1,0646; j'ai déposé à la surface du liquide six petites sphères de cire lestées de poussière de quartz, de façon à posséder des densités différentes intermédiaires entre les densités de l'eau salée pure et mélangée de son volume d'eau douce. J'ai alors introduit dans ce flacon très doucement, pour ne provoquer aucun mélange, 300cc d'eau distillée. Le flacon bouché à l'émeri était déposé dans une cage de verre mastiquée et contenant, avec un thermomètre à maxima et minima, des fragments de chaux vive pour dessécher l'air et le rendre mauvais conducteur de la chaleur. La cage portée sur un support maçonné était recouverte d'une caisse en bois à fenêtres vitrées et le tout se trouvait dans une cave dont la porte était rembourrée par des paillassons. Les sphères ont commencé à s'écarter, les unes montant, les autres descendant à mesure que la diffusion s'accomplissait; à des intervalles de temps connus, on notait la position des sphères et l'on traçait ainsi la courbe de chacune d'elles. La température était mesurée. La diffusion s'est effectuée d'une manière si lente que, d'après ce qui se passe depuis cinq mois, il faudra environ dix-huit mois pour que

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel.

toutes les boules soient descendues jusqu'au fond ou remontées jusqu'à la surface, ce qui indiquera que le liquide est de densité homogène.

» Cette expérience n'avait pour moi d'autre but que de constater la lenteur extrême de la diffusion qui m'était indispensable pour appuyer certaines considérations relatives aux eaux abyssales. Néanmoins les courbes afférentes à chaque sphère offrent un caractère sur lequel il ne semble pas inutile d'appeler l'attention des physiciens, car, en outre de la diffusion, la question touche au problème si complexe de la conductibilité thermique.

» Si l'on prend trois ordonnées au hasard, en admettant que la température soit restée constante (en réalité, elle a varié entre 0° et + 6° pendant l'hiver, qui a été très rigoureux), qu'il ne s'est produit aucune contraction de volume, que les quantités de liquide comprises entre deux courbes possèdent respectivement une densité uniforme, moyenne arithmétique entre celles des deux sphères correspondant à la courbe inférieure et à la courbe supérieure, et, si l'on considère chacune de ces solutions comme constituée par un mélange d'eau salée à la densité 1,0646 et d'eau distillée, puis qu'on calcule la proportion pour 100 d'eau douce afférente à chacune de ces solutions, on remarque que celle-ci est sensiblement constante après un même temps et sur chaque ordonnée.

Après	316 heures,	15	pour 100 d'eau douce	pour 100 de solution		
»	636	»	21	»	»	
»	1228	»	28	»	»	

» On pourrait énoncer comme il suit la disposition de ces courbes :

» L'eau douce semble pénétrer dans la solution salée comme si ses molécules s'intercalaient entre les molécules de sel; elle progresse de telle sorte que, à un moment quelconque, la quantité d'eau douce est la même dans chaque tranche horizontale du liquide, et il en résulte que la vitesse de diffusion élémentaire est la même, quelle que soit la teneur en sel de la solution.

» La vitesse de diffusion ou de pénétration de l'eau douce dans l'eau salée se ralentit avec le temps, c'est-à-dire à mesure que l'intervalle entre deux molécules de sel et que le volume total de liquide salé dont la densité doit s'abaisser par l'introduction de l'eau douce deviennent plus considérables. En d'autres termes, la vitesse se ralentit à mesure qu'il faut plus de molécules d'eau pour un même nombre de molécules de sel afin de produire l'équilibre stable de diffusion, c'est-à-dire une solution de densité homogène dans toute son étendue.

» Le ralentissement n'arrive pas à être infini; car, dans ce cas, l'équilibre de diffusion n'aurait jamais lieu, et deux solutions de salures différentes ne se mélangeraient jamais complètement. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la théorie des feldspaths de M. Tschermak.* Note de M. **K. de Kroustchoff**, présentée par M. Fouqué.

« En étudiant une roche granitique à grands sphéroïdes (mesurant 10^{cm} à 12^{cm}) de l'Altaï, j'ai trouvé un plagioclase offrant certains caractères physiques et chimiques d'une grande importance au point de vue de l'intelligence théorique définitive de cette espèce minérale si intéressante. D'une des calottes intérieures des vacuoles on peut obtenir, en utilisant les clivages $p(001)$, $g^1(010)$, $t(110)$ ou $l(\bar{1}10)$, de très belles plaques minces suivant ces directions.

» Plaque extrêmement mince suivant $p(001)$: lamelles hémitropes assez étroites suivant la loi de l'albite; l'extinction ne s'écarte que d'un angle très petit, presque insignifiant, de la trace du plan des macles.

» Plaque extrêmement mince suivant $g^1(010)$: masse feldspathique absolument homogène et s'éteignant uniformément; les clivages $p(001)$ et $t(110)$ ou $l(110)$ sont parfaitement rectilignes; extinction presque parallèle à la trace du clivage P(001).

» De pareilles propriétés optiques sont en relation avec les nombres que fournit l'analyse chimique. Une partie du morceau, m'ayant fourni les plaques minces, a été analysée par moi il y a deux ans, et, tout récemment encore, par M. Chéchoukoff (adjoint au laboratoire de Chimie à l'Université de Saint-Pétersbourg); voici nos résultats :

	Kroustchoff.	Chéchoukoff.
Densité	à 17° C = 2,6769	à $13°\frac{1}{2}$ C = 2,6778
Silice	58,891	59,199
Alumine	25,382	25,281
Oxyde ferrique	»	»
Chaux	4,684	4,818
Magnésie	0,120	»
Soude	7,652	7,530 (+ 0,79 = 8,32 Na^2O)
Potasse	1,354	1,192 (= soude 0,79)
Perte au rouge	1,165	1,626
Total	99,248	99,646

» Pour calculer, d'après les données de M. Schuster ([1]), la teneur en anorthite de ce feldspath, je me suis servi avec beaucoup d'avantage d'une méthode extrêmement simple, due à M. Fédoroff. En désignant les valeurs considérées par M. Schuster comme typiques pour l'albite, par a (silice), b (alumine), c (chaux), d (soude), et, pour l'anorthite, par e (silice), f (alumine), g (chaux), h (soude), appelant m la teneur du feldspath étudié en albite, n sa teneur en anorthite, on a les relations suivantes :

» I. *Silice et soude :*

$$ma + ne = 59,2, \qquad a = 68,6, \qquad d = 11,8,$$
$$md + nh = 8,3, \qquad e = 43,0, \qquad h = 0,$$

d'où l'on déduit

$$\frac{m}{n} = \frac{357}{129}, \quad \text{c'est-à-dire} \quad Ab : An = 2,73 : 1,$$

c'est-à-dire 27 pour 100 d'anorthite.

» II. *Silice et alumine :*

$$ma + ne = 59,2, \qquad a = 68,6, \qquad e = 43,0,$$
$$mb + nf = 25,3, \qquad b = 19,6, \qquad f = 36,9,$$

d'où l'on déduit

$$\frac{m}{n} = \frac{1095}{575}, \quad \text{c'est-à-dire} \quad Ab : An = 1,9 : 1,$$

c'est-à-dire environ 34 pour 100 d'anorthite.

» III. *Silice et chaux :*

$$ma + ne = 59,2, \qquad a = 68,6, \qquad c = 0,$$
$$mc + ng = 4,8, \qquad c = 43,0, \qquad g = 20,1,$$

d'où l'on calcule

$$\frac{m}{n} = \frac{984}{329}, \quad \text{c'est-à-dire} \quad Ab : An = 2,9 : 1,$$

c'est-à-dire 25 pour 100 d'anorthite.

([1]) M. Schuster, *Ueber die optische Orientirung der Plagioclase* (*Tschermak's Min. u. Petr. Mitth.*, t. III, p. 153).

» En prenant la moyenne, nous aurons 29 (28,83) pour 100 d'anorthite; par conséquent, le plagioclase, dont nous avons fait l'étude, correspond à un mélange isomorphe de 71 parties d'albite avec 29 parties d'anorthite ($71 \mathrm{A}b + 29 \mathrm{A}n$). Or, les propriétés optiques, aussi bien que la constitution chimique de ce feldspath, lui assignent une place (déjà prévue dans la théorie) très voisine du point d'intersection des deux courbes contenant les extinctions sur $p(001)$ et $g(010)$ de la série feldspathique entière dessinées par M. Schuster et calculées par M. Michel Lévy. Voici donc une confirmation vraiment remarquable (crucial test) de la théorie classique du célèbre professeur de Vienne. »

ZOOLOGIE. — *Sur les organes génitaux des Tristomiens.* Note de M. G. Saint-Remy, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Nous avons étudié, au point de vue de la structure de l'appareil génital, cinq espèces appartenant à cinq genres différents de la famille des Tristomiens : *Tristomum molæ* Blanch. et *Phyllonella soleæ*, v. Ben.-Hesse de la sous-famille des Tristomides, *Pseudocotyle squatinæ*, v. Ben.-Hesse et *Microbothrium apiculatum* Olss. parmi les Monocotylides, *Udonella pollachii*, v. Ben.-Hesse parmi les Udonellides. Ces genres avaient déjà été l'objet de recherches de la part de Blanchard, Kölliker, Taschenberg, Vogt, etc. Nous n'insisterons que sur les points où nous sommes arrivés à des résultats nouveaux [1].

» L'appareil mâle se montre constitué sur un plan unique ; il atteint son plus haut degré de complication chez les Tristomides, et présente sa plus grande simplicité chez les Udonellides. Partout on retrouve les mêmes organes, mais plus ou moins développés. Chez les Tristomides et les Udonellides (et aussi chez *Calicotyle* d'après Wierzejsky), il existe des glandes spéciales sécrétant un liquide destiné à se mêler aux spermatozoïdes ; dans ces deux familles, ces glandes prostatiques déversent leur produit dans un réservoir communiquant avec le canal éjaculateur (*vésicule prostatique*) et soumis à l'influence de l'appareil musculaire qui préside à l'éjaculation. Il existe, en outre, chez *Phyllonella*, des cellules glandulaires particulières, ta-

(1) Ces animaux ont été récoltés au laboratoire de Roscoff, où M. de Lacaze-Duthiers avait bien voulu nous accueillir de la façon la plus libérale, et nos recherches continuées à la Faculté des Sciences de Nancy.

pissant une partie du canal séminal : c'est une forme analogue qui a été observée seule par von Linstow chez *Epibdella,* bien que ses figures fassent croire que le premier système glandulaire existe aussi.

» La portion terminale de l'appareil mâle était jusqu'ici la plus mal connue. Nos observations nous ont montré qu'elle est partout formée sur le même plan.

» L'appareil d'éjaculation comprend partout une *vésicule éjaculatrice* soumise à l'action de muscles plus ou moins puissants et un *canal éjaculateur,* situé, chez les Tristomides et les Monocotylides étudiés par nous, dans un organe musculaire érectile ou *pénis ;* ce pénis est logé dans une invagination profonde de la paroi du corps. Chez les Udonellides on ne trouve pas d'organe copulateur, et l'appareil se limite aux organes d'éjaculation. Si l'on tient compte de ce fait, que les données que nous possédons sur l'appareil copulateur de quelques autres formes sont très incomplètes et paraissent inexactes, on peut croire que chez aucun Tristomien il n'existe de cirre, c'est-à-dire un organe copulateur consistant en un canal dont la paroi interne peut se dévaginer à l'extérieur en se réfléchissant sur ses bords. Enfin il n'y a pas lieu d'admettre un type spécial d'organe copulateur pour *Pseudocotyle* et *Calicotyle,* l'espèce de canule chitineuse décrite n'étant que la paroi du canal éjaculateur.

» Les organes femelles sont également constitués sur un plan général commun, et, de même que pour les organes mâles, c'est sur l'appareil de copulation que portent les modifications principales. On trouve constamment un réservoir ou réceptacle séminal en relation avec les conduits génitaux femelles, dans lequel les spermatozoïdes sont emmagasinés avant d'être utilisés; mais la voie qu'ils suivent pour venir s'y accumuler est différente suivant les genres d'une même sous-famille. Chez certains types, il existe un ou deux conduits particuliers (*vagins*) mettant le réceptacle en communication directe avec l'extérieur, et par lesquels le sperme est versé; chez d'autres, il n'existe pas d'organe semblable, et la fécondation doit forcément avoir lieu par l'orifice de ponte. Chez *Udonella,* on ne trouve ni organe copulateur mâle ni vagin : il est probable qu'il se produit une autofécondation par l'intermédiaire du cloaque génital.

» Un cloaque génital, dans lequel se confondent l'orifice de ponte et l'orifice de l'invagination tégumentaire renfermant le pénis, est la règle chez les Tristomiens; le genre *Tristomum* fait exception.

» Enfin nous n'avons pas trouvé, dans cette famille, de formation homo-

logue au « canal vitello-intestinal » connu maintenant chez bon nombre de Polystomiens.

» Nous ajouterons que, d'après nos observations, on doit maintenir le genre *Microbothrium* Olss., supprimé par Taschenberg et rattaché au genre *Pseudocotyle*, car il diffère considérablement de ce dernier par plusieurs caractères anatomiques importants; de même que Monticelli fait erreur en supposant que *Phyllonella* possède deux ventouses antérieures : les coupes montrent que les anciennes observations sur ce point sont exactes. »

BOTANIQUE. — *Sur la constitution des noyaux sexuels chez les végétaux.* Note de M. Léon Guignard, présentée par M. Duchartre.

« On sait aujourd'hui que, pour une espèce végétale donnée, les noyaux sexuels qui doivent s'unir dans l'acte de la fécondation, renferment un nombre déterminé d'éléments chromatiques et que ce nombre est le même dans le noyau mâle et dans le noyau femelle : fait important au point de vue de la transmission des propriétés héréditaires.

» J'ai montré, en outre (¹), que les noyaux de l'embryon possèdent un nombre de segments ou bâtonnets chromatiques qui est exactement le double de celui des noyaux sexuels. Dans un Lis, par exemple, il y en a douze dans ces derniers, tandis qu'on en compte vingt-quatre dans les noyaux des tissus embryonnaires. Il se fait donc, au cours du développement, une réduction de moitié dans le nombre des éléments chromatiques.

» Mais à quel moment et de quelle façon a lieu cette réduction, dont la nécessité est facile à concevoir, puisque sans elle ces éléments iraient sans cesse en augmentant à chaque fécondation? Pour répondre à cette question, sur laquelle on ne possède aucune donnée précise, je prendrai encore pour exemple le Lis Martagon, en examinant successivement l'organe mâle et l'organe femelle.

» 1. L'étude des divers membres de la plante, à partir de l'embryon renfermé dans la graine jusqu'à la formation des organes reproducteurs, m'a permis de constater que les divisions nucléaires offrent vingt-quatre

(¹) *Étude sur les phénomènes morphologiques de la fécondation* (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, 1889).

segments chromatiques. Il en est de même dans les jeunes tissus de l'anthère, tant que les cellules mères primordiales du pollen continuent à se multiplier pour donner les cellules mères définitives ; par suite, les noyaux de ces dernières reçoivent chacun vingt-quatre segments au moment de leur formation, qui ne diffère en rien de celle des noyaux des tissus végétatifs.

» Après la différenciation complète des cellules mères, il s'écoule un assez long stade de repos avant les deux divisions successives qui fournissent les grains de pollen. Les noyaux des cellules mères grossissent et revêtent des caractères spéciaux. Lorsque la division se manifeste, le noyau présente la série des phénomènes qui caractérisent la marche normale de la karyokinèse : contraction et épaississement des replis de la charpente chromatique, dédoublement longitudinal du filament pelotonné, etc. Mais, quand les segments chromatiques apparaissent distincts dans la cavité nucléaire, on n'en compte plus que douze.

» C'est donc pendant les premières phases de la division du noyau de la cellule mère que le nombre des segments chromatiques se montre réduit exactement et brusquement de moitié. Les douze segments se retrouvent dans les deux divisions qui se succèdent pour former d'abord les quatre grains de pollen, ensuite les noyaux mâles qui en dérivent. Or rien ne permet de dire que, pendant la formation du noyau de la cellule mère, les vingt-quatre segments se sont soudés deux à deux, soit bout à bout, soit parallèlement, pour en donner seulement douze; en outre, après l'apparition des douze segments dans ce même noyau entré en division, les deux files de granulations qu'on observe dans chacun d'eux ont exactement la même longueur, ce qui n'aurait pas lieu si elles représentaient deux des vingt-quatre bâtonnets primitifs accolés longitudinalement, car la longueur de ces derniers n'est pas absolument la même pour tous; d'autre part, il est certain qu'il ne se fait aucune élimination de substance nucléaire, ni pendant la période de repos, ni au moment de l'entrée en division; par conséquent, il y a tout lieu d'admettre qu'un filament unique existe à un moment donné dans le noyau de la cellule mère et qu'il se partage plus tard en douze segments.

» 2. Dans le nucelle ovulaire en voie de formation les noyaux possèdent également vingt-quatre segments chromatiques. La cellule qui devient le sac embryonnaire renferme un noyau qui reçoit aussi, au moment de sa formation, le même nombre de segments; mais, quand ce noyau se divise, après un long stade de repos pendant lequel il grossit et revêt des caractères particuliers, il n'offre plus, de même que les noyaux des cellules

mères du pollen à la phase correspondante, que douze segments chromatiques, et ce dernier nombre se retrouve également dans les divisions ultérieures qui fournissent l'appareil sexuel femelle. Ici encore, la réduction se fait tout d'un coup et de la même façon que dans l'organe mâle.

» Le noyau d'une cellule mère pollinique adulte est donc comparable au noyau du sac embryonnaire; l'un et l'autre se constituent à l'origine avec vingt-quatre segments chromatiques; mais, au moment de leur division, ils n'en offrent plus que douze.

» Une réduction analogue se manifeste de la même façon chez d'autres plantes, où le nombre des segments dans les noyaux somatiques en division est exactement le double de celui qu'on observe dans les noyaux sexuels (*Fritillaria*, *Tulipa*, *Allium*, *Alstrœmeria*, *Listera*, etc.).

» Le même phénomène a été constaté chez les animaux. Toutefois, les résultats publiés récemment sur deux espèces seulement ne concordent pas quant au moment où la réduction numérique des segments nucléaires se produit. O. Hertwig [1] admet que, chez l'*Ascaris megalocephala*, lors de la formation des quatre spermatozoïdes qui naissent dans une cellule mère séminale de la même façon que les quatre grains de pollen, cette réduction ne s'effectue qu'au moment de la seconde bipartition nucléaire. Il en serait de même dans la formation des globules polaires, qui dérivent, ainsi que le pronucléus femelle, d'une cellule mère entièrement comparable à la précédente. D'autre part, chez le *Pyrrhocoris apterus*, Henking [2] a vu le phénomène se produire dès la première division de la cellule mère. Il y a donc concordance entre ce second cas et les plantes que j'ai étudiées et chez lesquelles il n'existe sous ce rapport aucune différence.

» En résumé, chez les végétaux, les noyaux sexuels sont, quant au nombre des segments chromatiques, des demi-noyaux. La réduction de nombre se produit tout d'un coup, à la même phase, dans l'organe mâle et dans l'organe femelle; elle se manifeste au moment de la première bipartition de la cellule mère du pollen ou du sac embryonnaire. »

---

(1) *Vergleiche der Ei- und Samenbildung bei Nematoden* (*Arch. für mikr. Anat.*; 1890).

(2) H. Henking, *Untersuch. über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten* (*Zeitschrift für wissensch. Zool.*, t. LI, p. 4; 1891).

BOTANIQUE. — *Les groupes nodaux et les épharmonies convergentes dans le genre* Clusia. Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai montré, dans une Note précédente (séance du 13 avril), par quelle méthode on parvient à désigner, dans un ensemble naturel d'espèces, les groupes nodaux, autour desquels les autres espèces, adaptées progressivement à des conditions de plus en plus éloignées de ce qu'on pourrait appeler les conditions moyennes, rayonnent suivant des lignes de différenciation faciles à saisir.

» Il n'y a rien d'arbitraire dans la méthode, car, si l'on voulait, par la pensée, faire dériver une espèce à épharmonie spéciale d'une autre espèce à épharmonie également spéciale, mais différente, il faudrait d'abord dépouiller celle-ci de ce qu'elle a acquis de particulier, pour la revêtir ensuite des particularités de la première, ce qui reviendrait à la faire rentrer dans le groupe nodal.

» Je puis donc me borner maintenant à reproduire ici les résultats que l'on obtient en appliquant cette même méthode aux autres sections du genre, dont chacune a subi séparément l'épharmonisme et possède par conséquent son histoire propre.

» 1. *Thysanoclusia*. — Sect. 1. — *Anandrogyne* (voyez la Note précédente).

» Sect. 2. — *Criuva*. Différentiation morphologique en sous-sections, antérieure à l'épharmonisme. — *a*, sous-sect. *Clusiastrum*; groupe nodal : *Cl. cuneata*, portant la branche *Cl. Schomburgkii* (espèce nouvelle, à 5 sépales, comme le *Cl. cuneata*), qui se différencie épharmoniquement par l'épaississement de la cuticule et les caractères éminemment héliophiles du mésophylle, pour aboutir au *Cl. crassifolia*, à 4 sépales, espèce en effet crassifoliée, puisque le mésophylle compte 24 assises de cellules au lieu de 12 chez le *Cl. cuneata* et 16-18 chez le *Cl. Schomburgkii*, et qui est en épharmonie convergente avec les *Cl. Pseudo-Havetia* et *Pseudomangle*, de la section *Anandrogyne*. — *b*, sous-sect. *Eucriuva*. N'est qu'un groupe nodal, espèce collective, comprenant les *Cl. Criuva vera*, *parviflora*, *Sellowiana*, *Cambessedii* et *Ildefonsiana*, d'où se détache peut-être une espèce nouvelle très singulière, le *Cl. calyptrata*. — *c*, sous-sect. *Criuvopsis*. Groupe nodal : *Cl. amazonica*, accompagné du *Cl. penduliflora*, très distinct par ses stomates. Les

autres espèces du groupe, au nombre de trois, et créées récemment par M. Engler, me sont inconnues.

» Sect. 3. — *Stauroclusia*. Groupe nodal : *Cl. mexicana* (espèce nouvelle), auquel se rattachent quelques espèces voisines, mais mal connues : *Cl. ovigera*, *Cl. Brongniartiana* et *Cl. alba*, et qui porte une branche monotype crassifoliée, le *Cl. flava*, en épharmonie convergente avec les espèces crassifoliées déjà citées.

» Sect. 4. — *Phloianthera*. — Division préalable en sous-sections : *a*., sous-sect. *Phloianthera* s. s. : rudiment du pistil nul, étamines toutes fertiles. Groupe nodal : *Cl. lanceolata*, à torus élevé, auquel se rattachent trois espèces à torus aplati, à épharmonies peu accentuées, les *Cl. Gaudichaudii*, *microstemon* et *myriandra*, puis une deuxième branche, aboutissant au *Cl. Hilariana*, à mésophylle de 24 assises (au lieu de 10 à 16 dans le groupe nodal), en épharmonie convergente avec les types crassifoliés précédents. Les fleurs mâles des *Cl. minor* et *parvicapsula* (esp. nouv.) étant inconnues, la position de ces espèces reste douteuse; la troisième branche conduit à *b*., sous-sect. *Androstylium* : rudiment du pistil nul, étamines externes stériles. — *c*., sous-sect. *Arrudeopsis*, rudiment du pistil volumineux. Je n'en connais que deux espèces, le *Cl. Arrudea*, dont l'épharmonie est voisine de celle du groupe nodal *lanceolata*, et le *Cl. purpurea*, type crassifolié de la sous-section et qui est au *Cl. Arrudea* ce que le *Cl. Hilariana* est au *Cl. lanceolata*.

» Sect. 5. — *Euclusia*. — Groupe nodal : *Cl. nemorosa;* première branche monotype : épaississement de la cuticule et agrandissement des stomates; *Cl. grandiflora;* deuxième branche : mésophylle subcentrique et hypoderme double : *Cl. viscida* et *Cl. palmicida*, à hypoderme parenchymateux, *Cl. insignis*, à hypoderme scléreux; troisième branche, épaississement du mésophylle et macrocytie; *Cl. rosea*, en épharmonie convergente avec les autres espèces crassifoliées.

» II. *Cordyloclusia*. — Sect. 6. — *Corylandra*. — Sous-sect. *Eucorylandra*; groupe nodal : *Cl. organensis* et *Cl. renggerioides;* une branche conduisant à deux espèces crassifoliées : *Cl. fluminensis* et *Cl. polysepala*. — *b*. Sous-sect. *Quapoya;* groupe nodal : *Cl. Pana-Panare*, se rattachant peut-être au groupe nodal précédent et près duquel trouvent place deux espèces à moi inconnues, les *Cl. colorans* et *microphylla*. Dans cette section, les différenciations épharmoniques sont accompagnées de très fortes différences organographiques. Dans la suivante, sect. 7, *Retinostemon*, ces dernières

priment absolument l'anatomie ; toutes les espèces, très distinctes par leur androcée, font partie d'un seul et même groupe nodal. Le genre *Clusia* a dû être ainsi avant les différenciations épharmoniques, de sorte que nous avons réellement sous les yeux un genre en voie de formation, et dont aucune espèce ne s'est encore épuisée dans les adaptations extrêmes.

» Il en est exactement de même pour les espèces du sous-genre *Omphaloclusia*, très distinctes par leurs caractères floraux, très semblables, au contraire, par l'épharmonisme. Quant aux *Polythecandra*, le quatrième sous-genre, les quelques plantes qui le composent sont si voisines entre elles au double point de vue organographique et anatomique, qu'elles ne sont peut-être que des variétés d'une seule et même espèce.

» Si nous considérons les nombreux cas d'épharmonie convergente que je viens de signaler, sans perdre de vue les groupes nodaux, qui sont également semblables par épharmonie convergente, nous serons forcés de reconnaître que la méthode logique que nous avons suivie et qui nous a enseigné une saine subordination des caractères, nous a empêchés d'adopter une classification artificielle quelconque. Un classement purement anatomique eût été une absurdité. »

BOTANIQUE. — *Le Champignon parasite de la larve du hanneton.* Note de MM. **Prillieux** et **Delacroix**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Communication qu'il a faite l'an dernier à l'Académie des Sciences (séance du 3 novembre 1890), M. Le Moult a signalé une maladie des larves de hanneton due à une sorte de moisissure qui envahit le corps de ces insectes, les tue, et, se propageant en terre autour des larves tuées, infeste les larves saines.

» Nous avons reçu de diverses localités, au Laboratoire de Pathologie végétale, de ces larves de hanneton envahies par un Champignon. Outre celles que M. Le Moult nous a envoyées de l'Orne, on nous en a adressé à plusieurs reprises de la Mayenne et de la Seine-Inférieure. Toutes présentaient les mêmes caractères. Elles étaient couvertes de touffes blanches qui, sur les vers récemment tués par le parasite, sont uniquement constituées par les filaments du Champignon.

» Si l'on replace une de ces larves dans la terre humide, le parasite continue de se nourrir et de se développer aux dépens du corps de l'insecte ; à mesure que ce milieu nutritif est consommé, on voit le Champignon pro-

duire des spores en quantités de plus en plus considérables. Au bout d'un certain temps, quand le corps de la larve est transformé en un véritable stroma de mycélium, les fructifications apparaissent à la surface du sol sous l'apparence de petites masses hémisphériques ou un peu claviformes, d'un blanc pur, qui produisent des quantités innombrables de spores.

» M. Giard a attribué à un *Isaria* cette maladie des larves de hanneton. Nos observations n'ont pas confirmé cette opinion. Les fructifications qu'a produites le parasite des larves de hanneton dans nos cultures sont celles d'un *Botrytis* très voisin du *Botrytis Bassiana*, qui produit la muscardine du ver à soie. Il a été décrit par Saccardo sous le nom de *Botrytis tenella* comme variété du *Botrytis Bassiana*, mais il en diffère notablement par la forme et la taille de ses spores. Elles sont ovales-oblongues dans le *Botrytis* du hanneton, globuleuses et notablement plus petites dans le *Botrytis* du ver à soie.

» Bresadola a trouvé le *Botrytis tenella* parasite sur le hanneton, à l'état parfait, dans le territoire de Trente (Autriche). Nous avons pu comparer nos échantillons avec le sien et nous assurer de la parfaite identité du *Botrytis tenella* et de notre parasite du ver blanc.

» Une fois seulement nous avons observé sur une larve tuée des fructifications d'*Isaria;* mais la présence de ce Champignon y était sans doute fortuite. Nous sommes disposés à considérer cette forme *Isaria* comme l'état conidial du *Melanospora parasitica*, Sphériacée qui vit en parasite sur le *Botrytis Bassiana* et sur quelques autres Mucédinées du même genre. La larve sur laquelle s'était développée l'*Isaria* portait aussi quelques fructifications de *Botrytis tenella*, mais la quantité de spores produites par cette dernière espèce était très réduite. La présence de l'*Isaria* constitue une condition désavantageuse pour la culture du *Botrytis* parasite du ver blanc.

» C'est bien au *Botrytis tenella*, et non à l'*Isaria*, que l'on doit attribuer la maladie et la mort des larves de hanneton. Nous en avons fait la preuve expérimentale.

» Avec des spores recueillies sur des larves tuées, nous avons ensemencé divers milieux stérilisés et obtenu des cultures absolument pures de *Botrytis tenella*.

» Dans les milieux pauvres en matière azotée, tels que la Pomme de terre et les jus sucrés, les spores apparaissent promptement et en très grand nombre; le Champignon se développe peu en mycélium. Sur les milieux plus riches en matière azotée, comme la gélatine pure ou additionnée de jus sucrés, de peptone, etc., la végétation filamenteuse prend

un développement considérable; mais les spores font défaut ou ne se produisent que tard et en petit nombre lorsque le milieu nutritif s'épuise.

» Une faible quantité de glycérine, ajoutée au milieu nutritif, nous a paru hâter l'apparition des spores et en augmenter la production.

» En délayant dans l'eau le produit de notre culture du *Botrytis* sur la Pomme de terre, nous avons obtenu un liquide très chargé de spores que nous avons répandu sur la terre de grands pots, dans laquelle vivaient des larves de hannetons récoltées et enterrées soigneusement à l'abri de la contagion. Deux semaines plus tard, toutes les larves étaient tuées, et bientôt elles se sont couvertes de la moisissure caractéristique. Les plantes continuaient à végéter très bien, comme on devait le prévoir, sur la terre envahie par le mycélium du *Botrytis*.

» Il est établi par ces recherches : 1° que c'est le *Botrytis tenella* qui est vraiment le parasite qui attaque dans le sol les larves du hanneton et les tue; 2° que ce parasite peut être aisément cultivé à l'état de pureté dans certains milieux nutritifs; 3° enfin que les spores provenant de ces cultures et répandues sur le sol causent la mort des larves de hanneton qui y sont contenues, sans nuire à la végétation qui le couvre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Le parasite du hanneton.* Note de M. **Le Moult**, présentée par M. Blanchard.

» Au mois de novembre dernier, nous avons eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur une maladie de la larve du hanneton : maladie déterminée par un champignon dont nous ne pouvions déterminer la nature.

» A cette époque, nous n'avions remarqué les effets du parasite que dans une prairie dépendant du domaine de la Pierre, en Céaucé (Orne), et, malgré nos recherches, il nous avait été impossible de trouver dans les parcelles environnantes des larves ayant succombé sous les attaques de ce curieux champignon.

» Nous avions formé le projet de contaminer d'autres parcelles à l'aide de larves parasitées, recueillies dans la prairie.

» En effet, dans une pelouse dont le gazon avait été complètement détruit par le ver blanc, nous avons enfoui, en différents endroits, quelques malades avec la terre les enveloppant.

» Au mois de mars, cette pelouse ayant été refaite, nous avons eu la satisfaction d'y trouver une trentaine de larves parasitées là où nous n'en avions mis que trois ou quatre. Nous devons ajouter qu'à ce moment il faisait encore très froid et qu'il ne faut pas trouver étonnant que la propagation de la maladie n'ait pas été plus rapide.

» Cependant, quelques jours après cette première observation, nous assistions aux labours faits par le fermier de la Pierre dans un champ distant de 140^m de la prairie où nous avions découvert la maladie, et quelle n'a pas été notre surprise de voir la charrue ramener à la surface un nombre considérable de vers momifiés, à tel point que la terre paraissait avoir été récemment chaulée ! Or ce champ ne contenait au mois de novembre que des vers absolument sains.

» Les fouilles que nous avons faites dans la prairie ont seules pu occasionner une aussi rapide propagation de la maladie, ces travaux ayant eu pour effet de découvrir les spores que le vent a certainement emportées en nombre très considérable et à des distances probablement très grandes. Plus tard, en effet, nous avons constaté l'infestation plus ou moins avancée de champs reconnus autrefois comme ne renfermant que des vers sains.

» Aujourd'hui le parasite existe sur presque tout le territoire de Céaucé. Nous ne voulons pas dire pour cela que tous les vers blancs soient détruits, et il y en a même encore beaucoup; mais la nature continuant son œuvre, il est certain qu'une grande partie de ces larves malfaisantes trouveront encore la mort et que le parasite attaquera ensuite les nymphes et les insectes parfaits.

» Nous avons parcouru la plus grande partie de la commune de Domfront, distante de 10^{km} de celle de Céaucé, et nous y avons encore constaté la présence du parasite. Mais plus on s'éloigne de Céaucé et plus les vers malades deviennent rares, ce qui démontre bien que le foyer de la maladie est à Céaucé et que la contamination se produit cependant d'une manière rapide et assez régulière, ne laissant pas certaines zones pour envahir des zones plus éloignées.

» Il nous a été permis, depuis le mois de mars, de suivre le développement du champignon sur les vers malades et de nous convaincre que c'est au printemps et non à l'automne, comme nous l'avions pensé, que ce champignon commence à reprendre toute sa vigueur.

» Les premiers vers que nous avons trouvés étaient tout simplement enveloppés d'une couche de mycélium. Dès les premiers jours d'avril, les

ramifications commençaient à devenir abondantes et, enfin, vers les derniers jours du mois, autour de chaque ver parasité, la terre était traversée dans tous les sens par de nombreux filaments dont quelques-uns étaient couverts d'une matière farineuse qui, examinée au microscope, nous a paru composée de spores de notre champignon.

» En résumé, pendant que nous faisions en petit nos essais d'infestation, la nature opérait de son côté, mais bien plus rapidement et bien plus efficacement que nous ne pouvions le faire, le vent se chargeant de transporter les spores dans toutes les directions.

Toutefois, l'action de la nature, si rapide qu'elle soit, ne l'est pas assez pour débarrasser à bref délai l'agriculture française de ce terrible fléau, et nous devons l'aider dans son action : non pas seulement en transportant d'un terrain dans un autre des vers parasités, mais surtout en produisant artificiellement et en grandes quantités les spores du champignon destructeur, de façon à pouvoir les expédier dans toute la France.

» La chose est d'ailleurs possible, les savants ayant réussi dans leurs essais de culture artificielle.

» Il importe donc, sans perdre de temps, d'entreprendre la culture en grands vases, et nous ne demandons qu'à pouvoir nous livrer immédiatement à ce travail. »

GÉOLOGIE. — *Sur un témoin d'un nouveau pli couché près de Toulon; phyllades superposés au trias.* Note de MM. **Marcel Bertrand** et **Zurcher**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une petite crique au-dessous du fort Sainte-Marguerite, près de Toulon, on voit apparaître d'une manière inattendue, au milieu des calcaires du Muschelkalk, un étroit affleurement de phyllades, accompagné par des lambeaux de terrains rouges (permien ou grès bigarré). Cet affleurement ne figure pas sur la Carte géologique de Toulon; c'est postérieurement à la publication de cette Carte que l'un de nous, ingénieur à Toulon, l'a découvert et a pu le délimiter en partie, lors des études préparatoires du tunnel qui doit conduire à la mer les eaux de l'Eygoutier. Les phyllades forment au milieu du Trias une bande de quelques mètres de largeur, reconnue sur 500^m de longueur environ, et jalonnée sur ce parcours par la croissance des chênes-lièges.

» Cet affleurement, si restreint qu'il soit, présente un intérêt considérable, parce qu'il semble de nature à jeter quelque jour sur les rapports stratigraphiques, encore mal expliqués, des phyllades et des terrains permotriasiques aux environs de Toulon, et, comme conséquence, sur le rôle du massif cristallin des Maures dans la formation des plis de la Provence.

» Les phyllades (schistes précambriens) forment le long de la côte toulonnaise des massifs à contours complexes et sinueux, et cette sinuosité est d'autant plus remarquable que la ligne qui les limite semble presque partout une ligne de faille : ce ne sont pas les termes les plus anciens, mais au contraire les termes les plus récents de la série permo-triasique, les grès bigarrés et le Muschelkalk, qui viennent s'appuyer contre les phyllades, paraissant tantôt buter contre les schistes froissés, tantôt s'enfoncer au-dessous d'eux. L'affleurement mentionné sous le fort Sainte-Marguerite semble établir comme un trait d'union entre les deux massifs principaux de phyllades, celui du cap Brun, promontoire relié à la grande masse du cap Sicié, et celui du Pradet (au nord-ouest du cap Garonne), îlot complètement isolé au milieu du Trias. L'idée qui s'offrait naturellement à l'esprit était de voir dans cette bande étroite la trace d'un pli anticlinal écrasé, reliant les deux massifs. Le tunnel de l'Eygoutier, ouvert à ses deux extrémités dans le Muschelkalk, devait passer sous l'affleurement de cette bande de phyllades et promettait ainsi des observations intéressantes sur l'allure et sur les contacts des couches dans ce pli écrasé. Mais contrairement aux prévisions, le tunnel n'a rien rencontré d'anormal; il est resté dans les grès bigarrés, qui forment une large voûte régulière, et n'a présenté aucun accident notable. Le percement, il est vrai, n'est pas entièrement achevé; mais on a passé depuis longtemps sous l'affleurement des phyllades, et tout porte à croire qu'on n'en peut désormais rencontrer aucune trace.

» Nous sommes allés dernièrement nous livrer à une étude plus attentive des affleurements; nous avons pu obtenir l'accès des propriétés privées qui bordent la côte, et, dans celle de M. Tassy, ingénieur des ponts et chaussées en retraite, nous avons découvert, sur le flanc même de la falaise abrupte qui descend à la mer, une coupe très nette et tout à fait décisive : sur le Muschelkalk, presque horizontal, reposent 2^m environ de grès et d'argiles rouges, et sur ces argiles reposent les phyllades froissés. Au contact des deux terrains, on distingue même $0^m,50$ de quartzites, dans lesquels on peut reconnaître l'équivalent réduit des gros bancs de quartzites

qui, au château d'Hyères et à Six-Fours, forment la partie supérieure du système des phyllades. Ainsi *les phyllades sont superposés au Muschelkalk, et séparés de lui par* 2^m *de terrains renversés, correspondant au laminage d'une série dont l'épaisseur normale est de près de mille mètres.* Ce sont bien là les phénomènes qui accompagnent ordinairement les grands plis couchés de la Provence : à la rigueur, il est vrai, on pourrait songer à expliquer les faits sans recourir à de grands déplacements horizontaux, et à ne voir dans la coupe de la propriété Tassy que le déversement local d'un anticlinal écrasé; mais la coupe du tunnel met à néant cette hypothèse : *la bande de phyllades n'a pas de racine en profondeur.*

» Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que, dans le seul point où ce nouvel affleurement de phyllades est observable en dehors des clôtures privées, c'est-à-dire dans l'anse à l'est du fort, les apparences sont, à première vue, tout à fait contraires à ce résultat. Les phyllades s'y montrent à peu près verticaux, en contre-bas de deux escarpements de Muschelkalk. L'explication de cette disposition est la suivante : un affaissement local s'est produit dans les calcaires, et a permis aux terrains superposés de s'y enfoncer et de s'y enfouir en forme de V. Comme ces terrains superposés étaient, par le fait du recouvrement, des terrains plus anciens, ils semblent naturellement venir de la profondeur ; on se les figure dressés en forme de A, c'est-à-dire en forme d'anticlinal, tandis qu'en réalité on est en face d'une cuvette, où les terrains les plus récents enveloppent au centre les terrains les plus anciens.

» Si l'on jette maintenant les yeux sur la Carte géologique, on voit que notre lambeau de phyllades ne peut guère être venu que du massif, aujourd'hui submergé, qui réunissait la pointe de Sicié à la presqu'île de Gien. *Il y a donc eu trajet horizontal d'au moins cinq kilomètres.* De nouvelles études sont nécessaires pour savoir l'étendue exacte des parties superposées au Trias ; mais, sans en attendre le résultat, cette petite bande de phyllades, insignifiante comme étendue superficielle, nous permet de reconstituer un des déplacements horizontaux les plus importants qu'aient subis les terrains de la Provence. C'est un nouveau pli couché qui s'ajoute aux quatre grands plis déjà décrits.

» L'intérêt de ce nouveau pli couché réside surtout dans le fait qu'il intéresse les terrains cristallins des Maures, et dans la preuve ainsi fournie que ces terrains ont pris part, de la même manière que les terrains sédimentaires plus récents, aux grands déplacements horizontaux. On ne peut

plus, comme l'avait fait un de nous précédemment, considérer les Maures comme un massif résistant, dont le rôle principal aurait été de dévier les plis, en ne subissant pour sa part que des déplacements d'une moindre importance. Les schistes cristallins ont été, eux aussi, mis en mouvement par les énormes compressions qui ont bouleversé la Provence; et de même que le massif du Brévent et du mont Blanc dans les Alpes, le massif des Maures est, pour une de ses parties du moins, le centre d'un grand pli couché, rasé par la dénudation. »

GÉOLOGIE. — *Sur la permanence de l'effort orogénique dans les Pyrénées pendant les périodes géologiques*. Note de M. **Roussel**, présentée par M. Fouqué.

« Les Pyrénées présentent de nombreux phénomènes de recouvrement que les géologues avaient jusqu'à ce jour attribué à d'immenses failles, mais dont la cause est différente. Ils sont dus à des poussées horizontales persistantes qui ont produit, d'une manière continue, le ridement du terrain pendant la formation des couches.

» En dressant le tableau stratigraphique des Pyrénées, on remarque que, suivant certaines directions qui sont manifestement d'anciennes lignes de rivage, les assises récentes butent contre les anciennes de manière à les recouvrir plus ou moins, et que celles-ci ont été redressées et plissées par degrés pendant la formation des premières.

» C'est ce que révèle particulièrement l'étude de la partie supérieure de la vallée de l'Ariège.

» Dans la région de Tarascon et des Cabanes, cette vallée est encaissée du côté sud par les gneiss de la ligne de faîte des Pyrénées, et du côté nord par ceux de la haute montagne de Tabe. Entre ces deux masses de gneiss sont les terrains primaires et secondaires qui s'appuient, en stratification plus ou moins concordante, sur la première masse et butent contre la seconde.

» Or, en étudiant ces terrains dans le bassin de Tarascon, on constate que le cristallophyllien de la montagne de Tabe, dont les strates pendent au nord avec régularité, s'avancent fort avant sous le secondaire, sans que le primaire s'interpose entre les deux formations.

» A Lordat, j'ai pu faire une observation encore plus probante. Il existe

là des calcaires amygdalins d'une grande épaisseur qui sont la continuation d'une série nombreuse de couches schisteuses. Ces couches deviennent calcaires en passant obliquement sous les ruines du château de Lordat et sous le village, et cessent de l'être au delà. Il y avait lieu de supposer, en ce point, un fond sur lequel les goniatites avaient pu s'établir et vivre pendant la période dévonienne; or ce fond s'observe effectivement à la sortie de Lordat, en suivant la route de Bestiac. Là, sous le calcaire et les schistes dévoniens et carbonifères affleurent des gneiss mis à nu par dénudation.

» Donc, dans la vallée de l'Ariège, le gneiss de la montagne de Tabe s'avance sous le carbonifère et le dévonien de même que sous le secondaire. En outre, dans cette région, les divers termes de la série rudimentaire sont en retrait les uns sur les autres du sud au nord. Il résulte de ces deux faits que chacun de ces termes s'appuie d'un côté sur celui qui est antérieur dans la série géologique, et de l'autre, sur le gneiss : ils se recouvrent à la manière des briques d'un toit. Ils se sont donc formés dans un synclinal dont l'aile sud était en voie de soulèvement, tandis que l'aile nord était refoulée d'une manière continue.

» Cette découverte permet de se rendre compte de la position étrange des couches primaires de Mérens au milieu des gneiss. Ce phénomène est dû à la permanence de l'effort orogénique. Pendant que les terrains primaires se déposaient, le gneiss de la ligne de faîte des Pyrénées était émergé et disposé en un pli anticlinal dont l'aile sud était refoulée vers le nord, et de ce côté la mer gagnait du terrain, tandis qu'elle en perdait du côté opposé. Dans l'aile nord, les couches primaires et les couches secondaires sont donc en retrait les unes sur les autres et imbriquées sur le gneiss. Dans l'aile sud, au contraire, les assises primaires se sont superposées de manière à se recouvrir transgressivement les unes les autres et elles se sont fortement avancées sur la tête des strates cristallophylliennes; et lorsque sont survenues les débâcles qui ont soulevé et ployé toutes les couches, les terrains primaires transgressifs de la partie méridionale ont formé une sorte de voûte qui coiffait le gneiss de l'aile sud de la ride primitive. Plus tard, d'énormes dénudations ont enlevé la clef de cette voûte et seuls les côtés existent encore, formant, d'une part, les schistes et les calcaires de Mérens, et, de l'autre, les schistes de l'Hospitalet.

» Pour vérifier cette explication, conçue *a priori*, j'ai suivi les terrains primaires de Mérens et de l'Hospitalet dans les régions désolées où ils se prolongent de part et d'autre de la vallée de l'Ariège, et je me suis assuré que dans les lieux où la transgressivité est moins grande et où les couches

ont été moins fortement ridées, la voûte des terrains primaires existe encore.

» Du côté de l'est, les schistes de l'Hospitalet se raccordent avec ceux de Mérens au delà de la vallée de l'Ariège, aux étangs des Camporeils et, du côté de l'ouest, au pic de Serrère.

» D'après les idées théoriques qui m'avaient conduit à cette constatation, les couches les plus récentes du pli devaient se trouver du côté nord, au contact du gneiss. C'est ce qui a lieu en effet, car, en suivant la rivière de Galbe, on trouve, dans les schistes de Mérens, les fossiles du silurien moyen et du silurien supérieur. Les schistes de ce dernier étage sont carburés et renferment des calcaires à orthocères et à tiges d'encrine. Audessus viennent les calcaires dévoniens, dont quelques-uns sont amygdalins, et, plus loin, on trouve à la suite les schistes carbonifères.

» La disposition que nous venons de constater dans les Pyrénées centrales existe aussi dans les Pyrénées occidentales, car le carbonifère de la Maladetta, du port de Gavarnie et de la partie supérieure de la vallée d'Ossau et de la vallée d'Ayre constitue le prolongement de la formation de Mérens.

» J'ajouterai, en terminant, que la permanence des mouvements orogéniques s'est maintenue pendant toute la durée des périodes géologiques. J'ai dressé, en effet, le Tableau stratigraphique de tout le versant français des Pyrénées, et constaté que partout le plissement est la règle. Or, dans tous les plis, quel qu'en soit l'âge, les couches sont en retrait d'un côté, et de l'autre s'imbriquent et luttent contre les formations d'un autre anticlinal.

» Partout la permanence de l'effort orogénique a produit son effet. »

M. **H. Arnaud** adresse, en réponse à une Communication de MM. *Lépine* et *Barral* du 23 février 1891, une Note « sur le ferment glycolytique du sang ».

M. **E. François** adresse un complément à sa Note du 20 avril dernier, sur une « boussole cadran solaire ».

M. **Burgal** adresse un Mémoire sur la gravitation universelle.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 19 MAI 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Edmond Becquerel*, Membre de la Section de Physique, décédé à Paris le 11 mai dernier.

Les obsèques ont eu lieu le 14 mai.

ASTRONOMIE. — *Détermination de la constante de l'aberration. Valeurs numériques déduites de l'observation de deux groupes de quatre étoiles;* par MM. **Lœwy** et **Puiseux** (1).

« Dans une récente Communication, nous avons eu l'honneur d'exposer à l'Académie le principe d'une méthode nouvelle pour l'étude de

---

(1) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

l'aberration annuelle et les conclusions générales qui se dégagent du travail d'observation commencé au printemps de l'année dernière et terminé en janvier 1891. Nous nous proposons aujourd'hui de faire connaître le mode d'opération suivi, les procédés de calcul employés pour la réduction, et les valeurs numériques fournies par l'observation de deux groupes de quatre étoiles. L'ensemble complet des mesures, ainsi que la discussion approfondie des résultats feront l'objet d'un Mémoire ultérieur.

» Chaque observation dure une heure au plus. Elle consiste essentiellement à mesurer la différence des arcs qui séparent deux couples d'étoiles A et B. Les deux couples sont choisis de telle sorte que les quatre étoiles arrivent simultanément à la même hauteur, à quelques minutes près. Pour chaque couple, on ramène la distance observée à sa valeur maximum, qui se produit au moment de l'égalité de hauteur. La correction qui doit être appliquée pour avoir égard au changement de la réfraction est toujours de même signe, et ne dépasse pas en moyenne une seconde d'arc. Par suite du choix des coordonnées des étoiles, l'écartement des composantes du couple A devient un maximum, sous l'influence de l'aberration, quand la distance du couple B passe par un minimum. Le phénomène inverse se produit à six mois d'intervalle, en sorte que la différence mesurée a éprouvé au total une variation qui équivaut à quatre fois la constante cherchée.

» L'emploi simultané de deux couples assure l'élimination de deux légères causes d'erreur, dont il serait difficile d'assigner la valeur *a priori*, en raison de leur caractère vague et problématique. Ce sont l'imperfection de la mise au foyer et la variation possible de l'angle du prisme dans l'intervalle des mesures. Chaque différence mesurée dans une soirée fournit une équation de condition où figurent comme inconnues :

» 1° La correction de la valeur admise pour la constante de l'aberration; 2° la différence des arcs des deux couples supposés observés l'un et l'autre à l'époque d'égale hauteur, et corrigés des effets de l'aberration et des mouvements propres.

» En réalité, il serait peu pratique d'étendre les observations d'un même couple sur une période de six mois entiers. On peut rendre le travail beaucoup moins pénible sans diminuer d'une manière appréciable l'exactitude du résultat. Les couples sont choisis de manière à donner à cet égard une certaine latitude. On effectue d'abord les mesures relatives à une combinaison de couples pendant l'intervalle d'un mois ou six semaines, où le coefficient de l'aberration dans la différence des arcs varie de

+ 1,7 à + 1,0. Le travail est alors interrompu, repris quand le coefficient de l'aberration, après avoir passé par 0, atteint la valeur — 1,0, et définitivement terminé quand ce coefficient est devenu — 1,6 ou — 1,7.

» On peut utiliser, pour le calcul numérique de l'inconnue toutes les équations isolées en nombre égal à celui des mesures. Mais, d'autre part, certaines raisons, que nous allons indiquer, conduisent à grouper, deux par deux, en deux séries, les observations suivant une règle invariable qui ne laisse aucune place à l'arbitraire. Admettons, par exemple, que l'on ait obtenu dans la période des coefficients positifs seize observations. On peut concevoir que l'on associe ensemble la première et la neuvième, la deuxième et la dixième, et ainsi de suite. On forme ainsi, en quelque sorte, des lieux normaux reposant chacun sur deux observations, et à chacun de ces lieux normaux correspondra une équation de condition. L'inconnue cherchée s'obtient ainsi par deux procédés de calcul différents, susceptibles de se contrôler l'un l'autre. L'emploi des observations groupées deux par deux, comparé à l'emploi des observations isolées, est ici, jusqu'à un certain point, plus conforme à l'esprit de la méthode des moindres carrés, qui suppose les mesures faites dans des conditions équivalentes au point de vue de la précision.

» En effet, le mode de division adopté atténue l'influence des termes extrêmes de la série, presque toujours obtenus dans des conditions de visibilité imparfaite, au voisinage du lever et du coucher du Soleil et, par suite, sujets, le plus souvent, à une plus forte erreur accidentelle.

» Cette disposition est également avantageuse pour combattre l'influence possible d'une variabilité passagère de l'équation personnelle, pouvant affecter, dans le même sens, des mesures faites à peu de jours d'intervalle.

» Enfin, le nombre des données que l'on fait intervenir ainsi pour former chaque équation de condition est précisément celui qu'il convient d'adopter pour mettre en évidence l'erreur probable d'une mesure. Le chiffre obtenu dans chaque soirée est, en effet, la différence des valeurs trouvées pour les distances de deux couples d'étoiles. En formant la moyenne des résultats de deux soirées, on a un nombre affecté de la même erreur probable que la mesure directe d'un couple unique, exécutée à l'aide du double miroir. L'emploi des observations groupées deux par deux serait donc préférable à celui des mesures isolées, si l'on n'avait pas à craindre un affaiblissement trop sensible du coefficient de l'inconnue. Il est à croire que la vérité se trouve entre les deux résultats et que l'un et l'autre devront être pris en considération.

» Quelle que soit la méthode choisie pour former les équations de condition, on peut encore, avant d'en effectuer la résolution numérique, les partager en groupes, de diverses manières. Il est utile de former ces combinaisons qui, toutes, peuvent se justifier, soit par des raisons tirées de la théorie des probabilités, soit par la possibilité qu'elles donnent de faire apparaître des causes d'erreurs systématiques si toutefois elles existent. On arrivera ainsi, par la comparaison de ces résultats multiples, à se faire une idée plus juste de la précision des valeurs trouvées et l'on aura plus de chances de découvrir les dernières sources d'inexactitude qui nous auraient encore échappé, malgré le caractère, en quelque sorte doublement différentiel, des mesures. On pourra donc successivement :

» 1° Résoudre à part les équations relatives à chaque couple, en maintenant la distinction des observateurs;

» 2° Conserver la séparation des couples, en réunissant les observations d'un même couple dues à deux observateurs différents;

» 3° Réunir ensemble les équations de condition relatives à tous les couples, en maintenant la distinction des observateurs;

» 4° Réunir indistinctement toutes les observations.

» Chacune de ces solutions se subdivise en deux, suivant que l'on emploie les observations isolées ou les observations associées deux par deux.

» On a donc douze résultats distincts, même en ne comptant que pour un seul l'ensemble des valeurs de la constante fournies par les différents couples. La séparation des couples a l'avantage de faire apparaître des nombres obtenus dans une période limitée et relatifs à des saisons différentes. Par là on peut être mis sur la voie d'une erreur systématique dépendant de la saison ou de l'éclat exceptionnel d'une étoile. Cette solution fait acquérir aux couples les mieux observés la prépondérance qu'ils doivent avoir, en raison de la petitesse de leur erreur probable. D'autre part, il peut arriver que, en raison du petit nombre des observations, elles présentent une concordance en partie fortuite qui conduise à leur attribuer une précision illusoire. La confusion des couples fait prédominer les coefficients élevés, et fait reposer les valeurs conclues sur un plus grand nombre d'observations, ce qui diminue les chances d'une compensation accidentelle d'erreurs, et atténue l'influence possible des saisons. D'autre part, cette solution a l'inconvénient de mettre les couples les moins bien observés sur le même plan que les autres.

» La séparation des nombres relatifs aux deux observateurs a pour effet de déceler les équations personnelles qui peuvent prendre naissance dans

l'évaluation des distances. En confondant les observateurs et les couples, on garde les avantages qui résultent du grand nombre des équations. Cette solution, tout algébrique, est celle qui a le moins d'égard aux circonstances particulières de l'observation.

» Il y a lieu de croire que la vérité est entre ces diverses hypothèses et qu'en adoptant la moyenne générale on sera plus près de la vérité qu'en se limitant à une solution unique. Il conviendra toutefois, par prudence, d'adopter le chiffre le plus élevé pour l'erreur probable.

» Les nombres que nous avons trouvés dans cette première campagne ne donnent certainement pas une juste idée de la précision dont la méthode est susceptible. Désireux d'éprouver, dans le plus court délai possible, les ressources du nouveau procédé, et de voir ce que donneraient des observations, même faites dans des conditions défectueuses, nous avons mis à profit toutes les circonstances où le travail a été possible. Souvent les mesures, contrariées par les nuages, la brume ou la lumière du jour, ou prolongées trop près de l'horizon, ont dû être de qualité inférieure. Nous n'avons, toutefois, supprimé pour ces divers motifs que six observations sur 380. Mais, dans certains cas, il nous a semblé rationnel de n'attribuer à la moyenne de deux séries, faites dans des conditions évidemment défectueuses, que la valeur d'une observation normale.

» Quand le ciel et la température sont favorables, les mesures se font sans difficulté, et la qualité des images, sous un grossissement de 150 fois, est égale à celle que l'on obtient dans les meilleurs instruments par vision directe. Ces conditions toutefois n'ont pas toujours été réalisées. Quelques obstacles matériels dont il sera aisé de s'affranchir dans l'avenir ont certainement abaissé la précision de notre travail dans une proportion sensible. Indiquons brièvement en quoi ils consistent :

» L'équatorial coudé dont nous avons fait usage, premier type de ce genre d'instruments, présente diverses imperfections, inévitables dans un modèle absolument nouveau. Nous avons dû, au cours des observations, remplacer par un système d'éclairage électrique la lampe à gaz jusqu'alors employée pour l'illumination des fils et du champ. Cette lampe produisait, dans certaines positions, un échauffement du tube de la lunette et une colonne d'air ascendante sur le trajet des rayons.

» L'instrument, abrité sous une cabane trop exiguë et imparfaitement aérée, s'échauffe fortement dans les après-midi d'été. Il en résulte une déformation des miroirs, sensible encore plusieurs heures après le coucher du Soleil, un allongement des images et un accroissement dans l'erreur

accidentelle des mesures. Malgré les précautions prises pour aérer l'instrument, cette cause place nos observations d'été dans un état d'infériorité par rapport aux autres. La déformation des miroirs par la chaleur, inappréciable dans les conditions ordinaires, devient visible quand une partie seulement des surfaces réfléchissantes est utilisée pour le passage des rayons lumineux. Nous avons toujours eu soin, au cours des mesures, de faire tourner le double miroir de 180° autour de son axe, ce qui annule l'effet possible d'une déformation des faces du prisme. Mais l'effet, sans doute beaucoup plus nuisible, d'une courbure accidentelle des autres miroirs n'a pu être éliminé. Il n'est pas probable qu'avec des observations également réparties sur les diverses saisons, il puisse subsister de ce chef une erreur systématique appréciable, mais le désaccord des mesures en est certainement augmenté d'une manière notable. Vu le caractère spécial de cette anomalie, il est, pour nous, certain que l'on y échapperait complètement avec un instrument droit. C'est un des cas exceptionnels où les lunettes ordinaires paraissent devoir être préférées à l'équatorial coudé.

» Nos observations ont porté sur 18 couples d'étoiles, soit 9 combinaisons doubles. Le travail de réduction n'est pas encore terminé et fera l'objet d'une publication ultérieure. Dès aujourd'hui, nous donnerons le Tableau des observations faites sur deux combinaisons de couples et des valeurs qui en résultent pour les inconnues.

» Les étoiles sont indiquées par les numéros qu'elles portent dans les zones d'Argelander. Le degré de la zone figure sous forme d'indice.

» Le signe $\odot$ représente la longitude du Soleil pour l'époque moyenne de l'observation; dA est l'effet de l'aberration sur la différence des distances des deux couples, calculé avec la valeur provisoire 20″,4451; d est la différence des arcs des deux couples, ramenés, pour chacun d'eux, à l'époque d'égale hauteur; dA′, d' sont les quantités correspondantes pour une autre observation que l'on associe à la première, suivant la règle expliquée plus haut; $\frac{\Delta + \Delta'}{2}$ est la moyenne des différences observées, corrigées l'une l'autre de l'aberration, avec la valeur provisoire 20″,4451.

» Dans le troisième Tableau, la solution (I) est celle qui résulte des valeurs trouvées séparément par les deux observateurs, et combinées avec les poids qui résultent des erreurs probables respectives εp. La solution (II) a été obtenue en réunissant indistinctement les mesures faites par les deux observateurs, mais en traitant comme deux inconnues distinctes les valeurs trouvées par eux pour une même distance.

TABLEAU I. — *Couples de* 19h (369_{65}-2786_{24}) (4384_{-0}-424_{-2}).

Dates.		⊙.	dA.	d.	Δ = d + dA.	Dates.		⊙.	dA′.	d′.	Δ′ = d′ + dA′.	$\frac{\Delta+\Delta'}{2}$.
					Observateur : Lœwy.							
Juin	1...	70°30′,1	−28″,80	332″,53	303″,73	Juin	20...	89°36′,3	−20″,30	323″,62	303″,32	303″,53
	3...	73.23,6	−28,04	332,53	304,49		24...	93.24,4	−18,24	321,53	303,29	303,89
	15...	84.49,8	−22,78	326,35	303,57	Juill.	1...	100. 3,5	−14,42	317,86	303,44	303,51
	19...	88.38,7	−20,82	324,43	303,61		6 (1).	104.48,6	−11,58	315,71	304,22	303,91
							14...	112.24,4	− 6,87	311,28		
Sept.	16...	173.52,4	+28,40	275,25	303,65	Oct.	5...	192.27,5	+34,33	268,69	303,02	303,34
	28...	185.34,9	+32,52	271,42	303,94		5 (1).	194.25,8	+34,71	268,85	303,56	303,75
	29...	186.34,0	+32,81	271,61	304,42		8...	195.25,8	+34,96	268,86	303,82	304,12
	30...	187.32,4	+33,09	270,74	303,83		12...	199.22,0	+35,64	268,36	304,00	303,91
Oct.	2..	189.30,1	+33,61	269,93	303,54		22...	209.17,1	+36,62	267,76	304,38	303,96
	3...	190.29,1	+33,86	269,53	303,39		28...	215.16,0	+36,68	267,04	303,72	303,56
					Observateur : Puiseux.							
Juin	2...	72.27,4	−28,43	332,26	303,83	Juin	25...	94.21,0	−17,71	321,61	303,90	303,87
	7...	77.12,5	−26,40	330,32	303,92	Juill.	17...	115.15,9	− 5,06	309,20	304,14	304,03
	16...	85.47,2	−22,29	325,75	303,46		21...	119. 4,1	− 2,64	306,27	303,64	303,55
Août	22...	149.40,5	+16,36	287,32	303,68	Sept.	15...	172.54,0	+28,00	275,56	303,56	303,62
	25...	152.33,7	+18,00	281,89	302,89	Oct.	6...	193.26,5	+34,54	269,75	304,29	303,59
	28...	155.27,7	+19,69	283,06	302,66		9...	196.24,0	+35,14	260,13	304,27	303,46
Sept.	5...	163.10,8	+23,59	279,52	303,11		11...	198.22,7	+35,49	268,98	304,47	303,79
	6...	164. 9,1	+24,07	279,05	303,12		13...	200.21,5	+35,79	268,78	304,57	303,84
	9...	167. 3,5	+25,43	278,55	303,92		16...	203.19,9	+31,16	267,43	303,59	303,79
	10...	168. 1,6	+25,88	277,48	303,36		27...	214.15,5	+36,70	267,39	304,09	303,73

TABLEAU II. — *Couples de* 0h (48_{-9} — 1418_{39}) (1779_{55} — 5346_{-4}).

Observateur : Lœwy.

Sept.	15...	173°5′,0	+35″,20	21″,57	56″,77	Oct.	6...	193°36′,7	+30″,17	27″,54	57″,71	57″,24
	23...	180.52,4	+33,79	22,52	56,31		8...	195.34,9	+29,47	28,78	57,25	56,78
	25...	182.49,6	+33,34	24,04	57,40		9...	196.34,3	+29,10	28,10	57,20	57,30
	29...	186.44,2	+32,32	24,87	57,19		10...	197.35,9	+28,72	28,43	57,17	57,18
Oct.	2...	189.40,8	+31,46	25,60	57,06		11...	198.32,6	+28,35	29,32	57,67	57,37
	3...	190.39,1	+31,15	25,85	57,00		12...	199.34,3	+27,95	28,92	56,87	56,94
	4...	191.38,3	+30,83	26,72	57,55		13...	200.31,1	+27,56	29,86	57,42	57,49
	5...	192.37,5	+31,51	26,73	57,24		21...	208.28,9	+24,07	31,90	55,97	56,61
Nov.	28...	246.34,3	+ 2,35	54,74	57,09	Déc.	22...	270.53,0	−12,67	69,88	57,21	57,15
Déc.	9...	257.41,6	− 4,63	61,86	57,23	Janv.	1...	281. 3,0	−18,45	75,25	56,80	57,02
	11...	259.43,1	− 5,90	63,06	57,16		2...	282. 4,3	−19,00	75,77	56,77	56,97
	12...	260.44,1	− 6,53	63,34	56,91		5...	285. 8,4	−20,62	78,04	57,42	57,17
	13...	261.44,6	− 7,15	63,72	56,57		7...	287.10,1	−21,65	79,59	57,94	57,26
	14...	262.45,5	− 7,77	65,09	57,32		9...	289.12,9	−22,67	78,94	56,27	56,80
	15...	263,46,8	− 8,41	65,02	56,61		11...	291.15,5	−23,64	80,83	56,94	56,90

(1) Juillet 6 et 14, séries incomplètes réunies; octobre 5, réunion des observations défectueuses des 4 et 10 octobre.

TABLEAU II (suite).

Observateur : PUISEUX.

Dates.	⊙.	dA.	d.	$\Delta = d + dA$.	Dates.	⊙.	dA'.	d'.	$\Delta' = d' + dA'$.	$\frac{\Delta+\Delta'}{2}$.
Août 22...	149.50,6	+35,49	19,96	55,45	Oct. 2...	189.42,9	+31,45	24,93	56,38	55,92
27...	154.39,3	+35,92	20,29	56,21	3...	190.42,0	+31,14	24,80	55,94	56,08
24...	156.35,1	+36,02	21,10	57,12	4...	191.40,6	+30,82	26,06	56,88	57,00
30...	157.32,7	+36,05	21,25	57,03	5...	192.39,8	+30,49	25,19	55,63	56,36
Sept. 2...	160.27,3	+36,09	20,67		8...	195.37,2	+29,46	26,73	56,19	56,13
6...	164.19,3	+36,00	20,07	56,07	9...	196.36,4	+29,09	28,07	57,16	56,97
8...	166.15,9	+35,90	20,87	56,77	10...	197.33,6	+28,74	27,98	56,72	56,49
9...	167.13,9	+35,83	20,42	56,25	11...	198.34,9	+28,34	28,70	57,04	56,94
10...	168.11,6	+35,75	21,08	56,83	12...	199.32,2	+27,97	30,08	58,05	57,20
12...	170. 8,5	+35,56	20,78	56,34	13...	200.33,1	+27,55	29,01	56,56	56,59
13...	171. 7,0	+35,46	21,15	56,61						
Nov. 28...	246.33,4	+ 2,37	54,28	56,65	Déc. 15...	263,48,8	− 8,43	65,25	56,82	56,74
Déc. 2...	250.36,9	− 0,19	56,29	56,10	19...	267.51,5	−10,88	67,15	56,27	56,19
8...	256.41,6	− 4,01	61,24	56,23	20...	268.52,4	−11,48	68,23	56,75	56,49
9...	257.43,6	− 4,65	60,96	56,31	24...	272.57,0	−13,89	71,21	57,32	56,82
11...	259.44,7	− 5,92	62,48	56,56	Janv. 1...	281. 4,8	−18,46	75,18	56,72	56,64
12...	260.45,4	− 6,54	62,69	56,15	1891 2...	282. 5,9	−19,01	75,91	56,90	56,53
13...	261.46,2	− 7,17	63,45	56,28	8...	288.12,4	−22,17	78,41	56,24	56,26
14...	262.47,0	− 7,79	64,32	56,63	15...	295.20,0	−25,53	81,96	56,35	56,49
					16...	296.20,9	−25,98	82,25		

TABLEAU III.

	Observateurs.				Combinaison sans distinction d'observateur.			
	Lœwy.		Puiseux.		Solution I.		Solution II.	
	dK.	εp.	dK.	εp.	dK.	εp.	dK.	εp
Équations basées sur chaque mesure effectuée.								
Couples de 19^h..	+0,015	±0,043	−0,010	±0,069	+0,011	±0,036	+0,005	±0,041
Couples de 0^h...	−0,028	±0,043	+0,006	±0,053	−0,015	±0,033	−0,010	±0,036
Équations basées sur la moyenne des observations réunies deux à deux.								
Couples de 19^h..	+0,005	±0,041	+0,094	±0,039	+0,052	±0,028	+0,039	±0,028
Couples de 0^h...	−0,049	±0,043	−0,015	±0,057	−0,036	±0,034	−0,031	±0,036

» Si l'on examine d'abord les solutions déduites des mesures individuelles, on voit que les discordances qui résultent soit de la comparaison des observateurs, soit de la comparaison des couples, sont très inférieures aux limites conciliables avec la grandeur des erreurs probables.

» La même conclusion s'applique aux solutions fondées sur les observations groupées deux à deux. On remarquera toutefois que ce procédé

de calcul semble avoir pour effet d'accentuer la discordance entre les deux couples, tout en diminuant les erreurs probables. Ce groupement des observations est donc jusqu'à un certain point justifié, et la comparaison des deux solutions fournit une indication précieuse sur l'incertitude réelle que comportent les résultats et l'évaluation des erreurs probables.

» En somme, aucun de ces résultats n'autorise à conclure à l'existence d'erreurs systématiques tenant soit aux observateurs soit aux couples. Nous adopterons comme résultat définitif pour chaque groupe de quatre étoiles la moyenne arithmétique des corrections trouvées ainsi que des erreurs probables. On trouve ainsi :

Couples de 19^h....................	$+ 0'', 027$	$\pm 0'', 033$
Couples de 0^h.....................	$- 0'', 023$	$\pm 0'', 035$

d'où, pour la valeur finale de la constante de l'aberration

$$20'', 447 \pm 0'', 024.$$

» On remarquera que ces observations sont faites dans des conditions très variées, celles du premier groupe étant comprises dans la période d'été pendant que celles du second groupe s'étendent sur les mois d'hiver. Les valeurs conclues pour la constante de l'aberration ne paraissent dépendre en aucune manière de l'observateur.

» La marche des nombres ne révèle pas d'erreur systématique tenant à l'échauffement irrégulier des miroirs. Toutefois cette cause, qui détériore si évidemment les images, a dû, dans certains cas, altérer aussi les distances. En excluant les séries faites dans des conditions nettement défavorables et faisant usage d'un équatorial droit, on serait conduit à des résultats d'une précision bien supérieure. L'équilibre plus ou moins parfait de température entre les diverses parties de l'instrument ne serait plus alors la source d'aucune difficulté.

» Les autres séries, que nous ne reproduisons pas, accusent le même degré d'exactitude. On peut ajouter qu'en raison du nombre des étoiles employées, de leur distribution dans une région étendue de la sphère céleste, on est indépendant, à un plus haut degré que dans les recherches antérieures, de divers éléments dont on ne peut évaluer l'influence exacte dans l'état actuel de nos connaissances. De ce nombre sont les mouvements propres des étoiles, la translation du système solaire, le mouvement d'ensemble du système galactique. Ces raisons, jointes à celles qui ont été données plus haut, nous permettent de considérer la nouvelle méthode

comme plus rapide et plus efficace que toutes celles qui ont été données antérieurement pour le même objet. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le passage de Mercure.* Note de M. **J. Janssen.**

« Le passage de la planète Mercure sur le Soleil, qui a eu lieu le 10 mai dernier, se présentait, malheureusement pour nos régions, dans de très mauvaises conditions.

» Malgré ces circonstances défavorables, nous nous étions préparés, à Meudon, à faire certaines constatations touchant les phénomènes de la sortie et de la visibilité du disque de la planète en dehors du Soleil.

» Mais l'état du ciel à Paris, au moment du phénomène, a absolument empêché toute observation.

» L'Académie se rappelle sans doute qu'en 1874, à la station du Japon, j'avais constaté la visibilité du disque de Vénus, sur le fond du ciel, alors que la planète était encore à 2′ ou 3′ du bord solaire. Ce phénomène indiquait la présence d'un fond lumineux situé derrière la planète et sur lequel celle-ci se détachait en sombre. C'était évidemment l'atmosphère coronale dont l'illumination produisait le phénomène, et la présence de cette atmosphère se trouvait ainsi confirmée par un phénomène tout différent de ceux des éclipses totales et à l'abri des objections que ceux-ci ont soulevées.

» Il sera intéressant de reprendre cette observation au prochain passage de Mercure.

» Mais il est encore une observation d'un haut intérêt et que je désire signaler ici.

» On se rappelle que M. Huggins, notre éminent Correspondant, a proposé une méthode pour obtenir la photographie de la couronne en dehors des éclipses. Cette méthode a soulevé certaines objections; cependant il serait bien important qu'elle répondît à notre attente.

» Or le passage de Mercure fournirait un moyen de contrôle intéressant. Si la planète se voyait sur l'image photographique tout à fait en dehors du Soleil et à une distance où les lunettes ne peuvent plus en déceler la présence, on aurait un témoignage de l'origine réellement solaire des phénomènes photographiés.

» Mais c'est ici, pour les phénomènes de cet ordre, qu'il y a lieu d'insister sur l'importance des hautes stations et de la facilité considérable qu'une atmosphère pure et dégagée de vapeurs apportera pour le succès de ces études.

» Il y aurait lieu d'étudier aussi si, au moyen d'ascensions en ballon, à grande hauteur, on ne pourrait pas, au moyen de dispositions instrumentales convenablement combinées, obtenir, surtout par la photographie, des constatations du genre de celles dont je parle, quand les conditions atmosphériques s'annoncent défavorables. »

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Sur l'explication physique de la fluidité;* par M. J. Boussinesq.

» La publication par M. Marcel Brillouin, vers la fin d'un article *sur la plasticité et la fragilité des corps solides* inséré dans le dernier *Compte rendu* (p. 1056), de certaines idées concernant l'explication de la fluidité, m'engage à publier également ici quelques notes assez analogues, sur le même sujet, du Cours de Mécanique physique que je professe depuis 1886 à la Faculté des Sciences, Cours dont la première Partie seule, où se trouve indiquée l'explication corrélative de l'élasticité des solides (p. 83), a paru chez MM. Gauthier-Villars, en juillet 1889, sous le titre : *Leçons synthétiques de Mécanique générale, servant d'introduction au Cours de Mécanique physique de la Faculté des Sciences de Paris*. Quoique le but de cette première Partie ne me permît pas d'y entrer dans les détails, on peut y voir cependant, déjà développée (pp. 72 à 77, 83 à 84, 105 à 107, etc.), une pensée qu'a eue de son côté M. Marcel Brillouin et qu'il exprime ainsi à la page citée (1056) des *Comptes rendus :* « Il ne faut plus regarder » les molécules comme immobiles dans l'état d'équilibre, ni comme obéis- » sant exclusivement aux déplacements d'ensemble que définissent les » équations de l'élasticité, mais comme animées de mouvements indépen- » dants, d'amplitude petite dans les vrais corps solides, suffisante néan- » moins pour que les actions mutuelles moyennes soient un peu mo- » difiées. » Or mes notes encore manuscrites, relatives à la fluidité, contiennent de même le développement de la phrase suivante de M. Brillouin : « Dans les liquides, ces mouvements de progression, que montre » d'ailleurs suffisamment la diffusion, seront assez rapides et assez étendus » pour rétablir instantanément l'isotropie troublée... » Voici ces notes, qui ont fait déjà plusieurs fois l'objet de mon enseignement à la Sorbonne, notamment durant le premier trimestre de 1887 et à la fin de 1889 :

» Les fluides sont, *par définition* (pour le géomètre), des corps isotropes ayant comme propriété caractéristique de recouvrer spontanément leur isotropie après toutes les déformations possibles, et même de la garder à fort peu près durant ces

déformations, pourvu qu'elles s'effectuent avec une lenteur suffisante. Il se produit dans leurs moindres particules, pendant les mouvements moyens locaux ou observables que nous y constatons, d'imperceptibles mais incessantes modifications des groupements moléculaires, tendant à y égaliser les intervalles dans les diverses directions et, par suite, à y maintenir une constitution pareille en tous sens.

» Cet effet de régularisation a lieu très vite dans les fluides sans viscosité appréciable, ou proprement dits, comme les gaz, l'eau, l'alcool, etc.; et l'on peut alors presque toujours, à une assez grande approximation, y supposer atteint à tout instant, même pendant des mouvements rapides, cet état de la matière, que nous avons appelé *élastique*, où la configuration interne propre de chaque groupe moléculaire est réglée uniquement (au moins entre certaines limites de déformation s'il s'agit d'un solide) d'après les situations relatives occupées par les centres de ce groupe et des groupes environnants, c'est-à-dire d'après l'état statique moyen local, ou visible, dont les changements sont définis par les déformations d'ensemble ∂, g de la particule.

» Au contraire, dans les fluides un peu ou fortement visqueux (l'huile, les liquides pâteux, etc.), l'évolution interne des groupes se fait avec lenteur et il faut un temps plus ou moins appréciable pour que l'état élastique se reconstitue.

» Mais, quel que soit le degré de viscosité, cet état élastique, une fois produit, est, dans tous les fluides, éminemment simple, puisqu'il ne varie, à température constante, qu'avec la place ou l'étendue totale laissée à chaque petit volume matériel pour y répartir uniformément ses molécules, c'est-à-dire, en d'autres termes, qu'avec la densité actuelle ρ, et puisqu'il n'est astreint par suite à la conservation d'aucun mode spécial de la contexture, en ce qui concerne la place de chaque molécule prise individuellement ou suivie dans son identité aux divers endroits qu'il lui arrive d'occuper.

. . . .

» La régularisation interne, le rétablissement incessant de l'isotropie, sont rendus possibles par l'amplitude des vibrations calorifiques, assez étendues dans tous les fluides pour dégager les molécules les unes des autres, et qui permettent à la matière d'y prendre, dans chaque cas, la disposition la plus stable, laquelle est naturellement la plus simple, c'est-à-dire la plus égale en tous sens, la plus homogène. Les *mouvements browniens* ne sont sans doute que la partie visible de cette agitation, celle des particules qui, exceptionnellement, progressent dans une même direction durant un temps perceptible.

» Le *tassement* d'une masse de sable, contenue dans un vase, au moyen de secousses multipliées imprimées au vase, phénomène où nous voyons de même les grains de sable affecter successivement un grand nombre de modes de groupement qui leur sont offerts et acquérir finalement le plus homogène possible pour le conserver désormais, peut nous faire comprendre comment l'agitation calorifique produit sans cesse un effet analogue, mais encore plus complet, dans les fluides.

» Les forces élastiques se réduiront donc, en chaque point de ceux-ci, à ce que nous avons appelé la *pression moyenne* p [égale à $-\frac{1}{3}(N_x + N_y + N_z)$], qui est une pression normale, de même valeur sur tous les éléments plans se croisant en sens divers; de plus, à une température τ donnée, cette force p dépendra uniquement de ρ, en sorte qu'elle sera une certaine fonction, bien déterminée, de deux variables seulement, la densité ρ et la température τ. Cette fonction croîtra généralement avec ρ et τ, à cause des énormes répulsions exercées entre les molécules les plus voisines, et qui

grandissent très vite pour peu qu'augmente le rapprochement mutuel de celles-ci, comme il arrivera sans cesse pour un grand nombre d'entre elles, si seulement les vibrations calorifiques s'amplifient, sans même que les situations moyennes changent.

» Considérons, en particulier, à température constante, le cas des liquides soit fixes, soit peu volatils, pour lesquels il existe un état où, la densité ρ étant notable, la pression p comprend une somme d'attractions (exercées aux distances intermoléculaires les moins petites) égale à celle des répulsions et, par conséquent, s'annule. Alors quand, à partir de cet état, la densité ρ croît, la pression due aux actions intermoléculaires exercées aux distances r où il y avait déjà de telles actions avant cet accroissement de ρ, varie, dans tous ses termes correspondant aux diverses valeurs de r, proportionnellement à une même fonction de la densité ρ (à raison surtout du nombre des actions élémentaires à travers chaque élément plan, nombre qui grandit comme le carré de la densité), et elle reste nulle. Mais il s'y ajoute les fortes répulsions s'exerçant entre les molécules venues à des distances moindres que les précédentes distances minima de l'état où p s'annulait; et de là résulte sans doute l'énergique pression que l'on observe alors, à laquelle est due la quasi-incompressibilité des liquides.

» Les changements arbitraires de forme d'un fluide, produits avec une lenteur suffisante, qui n'altéreront pas la densité, ne feront donc naître dans le fluide aucune résistance sensible, capable de s'opposer à leur continuation ou *de les maintenir entre certaines limites*. Aussi ces déformations pourront-elles, sans que leur cause devienne sensible, atteindre des valeurs quelconques; et, en particulier, le fluide se moulera parfaitement sur tout solide, qui le touchera si légèrement que ce soit. Ce phénomène de déformation illimitée s'appelle *écoulement;* et la propriété qu'ont les corps dont il s'agit de le présenter, c'est-à-dire de *couler*, sous des efforts tellement faibles qu'ils échappent à nos mesures, est précisément celle qu'on appelle *fluidité*, et qui leur a fait donner le nom de *fluide*. Elle est, en effet, plus apparente que leur *isotropie persistante* ou *continue,* dont, au fond, elle dérive.

» La *viscosité* consiste essentiellement en ce que la pression p puisse recevoir des valeurs négatives, ou, le corps, exercer des *tractions*. Donc, dans les fluides non visqueux, comme l'eau, l'air, etc., elle ne descendra jamais au-dessous de zéro d'une manière appréciable; et une condition nécessaire de *non-rupture*, ou de conservation de la continuité apparente de la matière, y sera $p > 0$. Cette inégalité tiendra lieu, pour les fluides dont il s'agit, de celle qui, dans la théorie de la résistance des solides, astreint les dilatations linéaires à ne dépasser nulle part une certaine limite positive d'élasticité.

» Toujours à l'état élastique, l'énergie interne U d'une particule fluide par unité de masse ne pourra également dépendre, à une température donnée τ, que de l'espace total occupé par sa matière et d'après l'étendue duquel se rangent ses molécules : ce sera donc, comme p, une certaine fonction des deux seules variables ρ, τ; et l'on aura ainsi, pour chaque fluide à l'état d'équilibre interne, deux certaines équations caractéristiques

$$(p, \mathrm{U}) = \text{des fonctions de } \rho \text{ et de } \tau.$$

....

» Il est clair que ces lois simples d'état élastique, dont je viens de parler, ne s'observeront généralement plus dans les fluides en mouvement doués de viscosité. Même

dans ceux qui le seront le moins ou ne le seront pas d'une manière appréciable, comme l'eau et les gaz, les groupes moléculaires n'auront pas le temps, si les déformations d'ensemble de la particule considérée sont rapides, d'atteindre tout à fait, à chaque instant, leur disposition interne appropriée à la disposition actuelle des centres de ces groupes, et qui constituerait leur forme permanente si cette disposition persistait. Seulement, les écarts qu'il y aura entre la configuration moléculaire effective de la particule et sa configuration isotrope ou élastique, seront assez faibles pour ne modifier d'ordinaire les pressions que de petites fractions de leurs valeurs, et, vu d'ailleurs l'extrême rapidité avec laquelle ils s'évanouiraient si les déformations d'ensemble de la particule venaient à s'arrêter, ils ne dépendront à fort peu près que du *mouvement actuel,* caractérisé par les *vitesses,* non des mouvements antérieurs, définis jusqu'à un certain point par les dérivées de divers ordres des vitesses par rapport au temps, et dont les effets sur l'état statique interne des groupes moléculaires se seront déjà effacés.

» Donc, étant donnée en outre l'isotropie du fluide dans son état élastique, considéré comme état *primitif* ou état *type* relativement à son état vrai, les parties non élastiques des pressions, celles qu'ajoutent à la pression élastique ou primitive, uniforme et normale, les écarts de configuration interne dus au mouvement, se trouveront à fort peu près pareilles dans deux particules fluides de même nature, prises tant à une même densité qu'à une même température, et subissant actuellement durant un temps très court le même ensemble de déformations rapportées à l'unité du temps, quelle qu'en soit l'orientation. Les composantes tangentielles de ces parties non élastiques des pressions sont, à proprement parler, les forces auxquelles on a donné le nom de *frottement intérieur* du fluide. Il nous sera facile, un peu plus loin, du moins dans le cas de déformations bien continues, de les évaluer, ainsi que les parties analogues des composantes normales des pressions.

» Il est clair que, de même, l'énergie interne U, également fonction de la température et de l'état *statique* vrai des groupes moléculaires, deviendra, elle aussi, fonction des vitesses de déformation de la particule, auxquelles se trouvent liés les écarts de l'état interne réel d'avec l'état élastique. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion et de formation des corps chlorés;* par MM. **Berthelot** et **Matignon**.

La chaleur de combustion de tous les corps hydrocarbonés, fixes, volatils ou gazeux, peut être déterminée avec une très grande précision dans la bombe calorimétrique, et cette méthode comprend à la fois et sans complication aucune les composés où le carbone est associé à l'hydrogène, à l'oxygène et à l'azote, les combustions étant totales et la mesure presque instantanée. L'un de nous a montré comment cette méthode est également applicable aux composés sulfurés et comment on peut réaliser un état final complètement défini, reposant uniquement sur la formation de corps

complètement oxydés, tels que l'eau, l'acide carbonique et l'acide sulfurique étendu. Nous nous proposons de montrer aujourd'hui comment on peut atteindre un état final absolument défini par la même méthode, au moyen des composés organiques chlorés. La combustion de ces corps offrait jusqu'ici, au point de vue calorimétrique, de grandes difficultés.

» En effet, cette combustion, dans les conditions ordinaires, ne fournit pas le chlore sous une forme unique et définie (1). Entre le chlore et l'oxygène, mis en présence de combinaisons hydrogénées, il se produit constamment, pendant la combustion, un certain équilibre, qui engendre à la fois de l'acide chlorhydrique, de l'eau, du chlore libre et de l'oxygène libre : il est donc nécessaire de mesurer, par une détermination complémentaire, la dose de chlore libre parmi les produits de la combustion et de déduire par le calcul les phénomènes thermiques correspondants. Cette mesure est d'autant plus délicate, que le chlore, demeuré libre après la combustion, se trouve dans des conditions nouvelles, où il continue à réagir lentement et d'une manière continue sur l'eau : de telle façon que la mesure accomplie au bout d'un certain temps ne représente plus les résultats obtenus au moment même de la combustion. Ce n'est pas tout : l'acide chlorhydrique ne conserve que partiellement l'état gazeux; comme il prend naissance en présence d'une certaine dose d'eau, il constitue des hydrates liquides; dès lors sa chaleur de formation varie avec la dose de cette eau. L'incertitude résultante peut être évaluée, lorsqu'on opère dans un vase clos, où les produits gazeux demeurent en présence de l'eau. Mais on est exposé à des erreurs considérables, si les gaz de la combustion sont entraînés et dosés en dehors du calorimètre, l'état d'hydratation de l'acide chlorhydrique qui demeure en suspension dans les gaz étant alors en réalité inconnu. Les expériences de M. Thomsen sur les composés chlorés sont rendues plus incertaines encore par l'addition d'un excès d'hydrogène, nécessaire dans le cas des chlorures de carbone, ainsi que par l'emploi du brûleur universel, destiné à vaporiser les corps; lequel introduit toujours une quantité de chaleur étrangère et inconnue et dès lors entache, comme on l'a reconnu généralement, d'une erreur plus ou moins considérable tous les résultats obtenus par son intermédiaire.

» Nous avons réussi à nous mettre à l'abri de ces causes d'erreur multiples et à réaliser un état final absolument défini, la totalité du chlore se

(1) La même observation s'applique aux corps bromés. Au contraire, les corps iodés laissent par leur combustion tout l'iode à l'état libre.

trouvant à l'état d'acide chlorhydrique étendu, en opérant dans la bombe calorimétrique avec certaines précautions. Pour cela, il suffit d'y placer, à l'avance, une dose convenable d'eau renfermant en dissolution de l'acide arsénieux; ce corps transforme, en effet, la totalité du chlore en acide chlorhydrique, ainsi qu'on peut le vérifier par l'examen des produits de la combustion, évacués au bout de quelques minutes, 8 à 10 au plus. Les gaz ainsi dégagés de la bombe ne renferment pas la plus légère trace de chlore libre. Aucune correction de ce chef n'est donc nécessaire. En outre, l'acide chlorhydrique se trouve entièrement dans l'état final d'acide étendu. Les résultats sont donc irréprochables. Dans le cas des chlorures de carbone et analogues, on ajoute une dose pesée de camphre pour déterminer la combustion, et l'on en tient compte. Nous avons vérifié que la solution acide d'acide arsénieux est sans action à froid, dans l'espace de trois heures et demie, sur l'oxygène comprimé à 25 atmosphères.

» La combustion finie, on dose l'acide arsénieux restant, afin de tenir compte du chlore qu'il a absorbé dans le cours de l'expérience. On dose également les traces d'acide azotique produites par l'oxydation de l'azote, comme à l'ordinaire. A l'aide de ces données, le calcul de la chaleur de combustion et, par conséquent, celui de la chaleur de formation du composé, s'effectuent sans difficulté.

» Nous avons réalisé cette méthode avec succès : d'abord sur les chlorhydrates de térébenthène, de camphène et de citrène; puis sur la benzine bichlorée et sur la benzine perchlorée; enfin sur les dérivés chlorés du formène, y compris le perchlorure de carbone; sur l'éthylène perchloré et sur son chlorure; enfin sur la benzine perchlorée (chlorure de Julin). La méthode de combustion dans la bombe calorimétrique se généralise ainsi et devient universelle. Nous allons résumer ces résultats, dont la régularité confirme l'exactitude. Nous ne parlerons pas aujourd'hui des chlorhydrates de térébenthène, de camphène et de citrène, sur lesquels nous nous proposons de revenir à d'autres points de vue; mais nous allons relater nos observations sur les benzines chlorées, sur les dérivés chlorés du formène et sur les chlorures de carbone.

» I. BENZINE DICHLORÉE, ORTHO : $C^6H^6Cl^2 = 147^{gr}$; cristallisée. — *Chaleur de combustion :* en présence de l'eau et avec le concours du camphre

$$C^6H^4Cl^2 \text{ sol.} + 13O = 6CO^2 \text{ gaz} + H^2O + 2HCl \text{ ét.} : \quad +676^{Cal},4 \text{ à v.c.}; +676^{Cal},7 \text{ à p.c.}$$

» *Chaleur de formation :* On en déduit :

$$C^6 \text{ (diamant)} + H^4 + Cl^2 \text{ gaz} = C^6H^4Cl^2 \text{ crist} \ldots\ldots\ldots \quad +36^{Cal},7$$

» *Action du chlore sur la benzine :*

$$C^6H^6 \text{ gaz} + 2Cl^2 = C^6H^4Cl^2 \text{ solide} + 2HCl \text{ gaz} \ldots\ldots \quad +91^{Cal},1$$

chiffre qui se réduirait aux environs de $+80^{Cal}$ pour tous les corps gazeux; soit $+40^{Cal},0$ environ pour chaque substitution chlorée à l'état gazeux, en réalité $+45^{Cal}$ à l'état actuel. Ces nombres étant à peu près doubles de la chaleur de formation du gaz chlorhydrique (HCl, $+22^{Cal}$), il en résulte que la première action du chlore sur la benzine dégage, à poids égal de cet élément, la même quantité de chaleur qu'avec l'hydrogène. Mais c'est là un maximum, la chaleur décroissant à mesure que la substitution devient plus avancée, ainsi qu'il va être dit.

» II. Benzine perchlorée (chlorure de Julin), $C^6Cl^6 = 285^{gr}$. — *Chaleur de combustion :* d'après la réaction suivante

$$C^6Cl^6 \text{ sol.} + 9O + 3H^2O \text{ liq.} = 6CO^2 \text{ gaz} + 6HCl \text{ ét. :} +532^{Cal},4 \text{ à v. c.}; +531^{Cal},6 \text{ à p. c.}$$

» *Chaleur de formation :*

$$C^6 (\text{dissous}) + Cl^6 = C^6Cl^6 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots \quad +63^{Cal}$$

» *Action du chlore sur la benzine :*

$$C^6H^6 \text{ gaz} + 2Cl^6 = C^6Cl^6 \text{ sol.} + 6HCl \text{ gaz} \ldots \quad +205^{Cal},2$$

soit $+34^{Cal},2$ pour chaque substitution chlorée, le produit étant solide; environ $+32^{Cal}$, s'il était gazeux.

» III. Éthane perchloré (sesquichlorure de carbone), $C^2Cl^6 = 237^{gr}$. — *Chaleur de combustion :*

$$C^2Cl^6 \text{ sol.} + 3H^2O \text{ liq.} + O = 2CO^2 \text{ gaz} + 6HCl \text{ étendu :} +132^{Cal},0 \text{ à v. c.}; +131^{Cal},2 \text{ à p. c.}$$

» *Chaleur de formation :*

$$C^2 (\text{diamant}) + Cl^6 = C^2Cl^6 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots \quad +86^{Cal},2.$$

» *Action du chlore sur l'éthane* (1) :

$$C^2H^6 + 6Cl^2 = C^2Cl^6 \text{ sol.} + 6HCl \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots \quad +193^{Cal},$$

soit $= 32^{Cal},2$ pour chaque substitution chlorée, le produit étant solide; pour le produit gazeux, environ $+30^{Cal}$.

» D'après les mesures antérieures de l'un de nous (en commun avec M. Ogier) relatives à l'éther chlorhydrique, mesures exécutées par un

(1) En admettant la chaleur de combustion $+370^{Cal},4$, qui paraît se rapporter au gaz le plus pur : d'où résulte $C^2(\text{diamant}) + H^6 = C^2H^6 : +25^{Cal},2$.

procédé moins parfait, on aurait

$$C^2H^6 + Cl^2 = C^2H^5Cl \text{ gaz} + HCl \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots \quad +36^{Cal},5;$$

valeur voisine, et un peu supérieure, la substitution étant à son début. Le chlorure d'éthylidène a fourni des chiffres plus faibles ($+54^{Cal}$ pour deux substitutions); mais c'est un corps dont la pureté est difficile à garantir.

» IV. Éthylène perchloré, $C^2Cl^4 = 166^{gr}$. — *Chaleur de combustion :*

$$C^2Cl^4 + 2H^2O + 2O = 2CO^2 + 4HCl \text{ étendu} \ldots \quad +182^{Cal},3 \text{ à v. c.}; \ +181^{Cal},8 \text{ à p. c.}.$$

» *Chaleur de formation :*

$$C^2 \text{ (diamant)} + Cl^4 = C^2Cl^4 \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +26^{Cal},0.$$

» *Action du chlore sur l'éthylène :*

$$C^2H^4 + 4Cl^2 = C^2Cl^4 \text{ liq.} + 4HCl \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots \quad +128^{Cal},8,$$

soit $+32^{Cal},2$ par chaque substitution, le produit étant liquide; pour le produit gazeux, environ $+30^{Cal}$.

» Ce sont à peu près les mêmes valeurs que pour l'éthane perchloré; ce qui constitue une vérification.

» La chaleur dégagée par la fixation du chlore sur l'éthylène chloré :

$$C^2Cl^4 \text{ liquide} + Cl^2 = C^2Cl^6 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots \quad +60^{Cal},0$$

» Ce nombre est sensiblement double de la chaleur dégagée par la substitution avec élimination d'acide chlorhydrique; c'est-à-dire que la chaleur dégagée peut être regardée comme partagée en deux fractions voisines, l'une due à la substitution proprement dite, l'autre à la fixation de l'acide chlorhydrique sur le produit substitué.

» V. Formène perchloré, $CCl^4 = 154^{gr}$. — *Chaleur de combustion :*

$$CCl^4 \text{ liq.} + 2H^2O \text{ liq.} = CO^2 \text{ gaz} + 4HCl \text{ étendu}. \quad +59^{Cal},3 \text{ à v. c.}; \ +58^{Cal},8 \text{ à p. c.}$$

» *Chaleur de formation :*

$$C \text{ (diamant)} + 2Cl^2 = CCl^4 \text{ liquide} \ldots\ldots \quad +54^{Cal},2; \quad \text{gaz } +47^{Cal},0$$

» *Action du chlore sur le formène :*

$$CH^4 + 4Cl^2 = CCl^4 \text{ gaz} + 4HCl \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +116^{Cal},5; \quad +123^{Cal},7 \text{ liq.}$$

c'est-à-dire $+32^{Cal}$ pour chaque substitution dans l'état liquide; $+29^{Cal},1$ dans l'état gazeux.

» Ces valeurs concordent bien avec les chiffres relatifs à l'éthane perchloré, à l'éthylène perchloré, et elles sont également voisines de ceux de

la benzine perchlorée. On peut, je crois, en adopter la moyenne, comme valeur générale approchée des substitutions chlorées dans les carbures d'hydrogène, poussées jusqu'à leur dernier terme.

» VI. Formène trichloré (chloroforme), $CHCl^3 = 119,5$. — *Chaleur de combustion :*

$CHCl^3$ liq. + H^2O liq. + O = CO^2 gaz + 3HCl ét. : $+100^{Cal},15$ à v. c.; $+99^{Cal},95$ à p. c.

» *Chaleur de formation :*

C (diamant) + H + Cl^3 = $CHCl^3$ liq........... $+43^{Cal},2$; gaz $+35^{Cal},9$

» *Action du chlorure sur le formène :*

CH^4 gaz + 6Cl = $CHCl^3$ gaz + 3HCl gaz.......... $+83^{Cal},1$; $+90^{Cal},4$ liq.

c'est-à-dire $+30^{Cal},9$ pour chaque substitution dans l'état liquide; $+27^{Cal},7$ dans l'état gazeux.

» Ces nombres concordent avec les précédents.

» Les anciennes expériences de MM. Berthelot et Ogier sur le formène monochloré, CH^3Cl, donnent pour la réaction :

$CH^4 + Cl^2 = CH^3Cl$ gaz + HCl......................... $+32^{Cal},3$

et pour le formène bichloré :

$CH^4 + 2Cl^2 = C^2H^2Cl^2$ gaz + 2HCl........ $+58^{Cal},3$ ou $+29^{Cal},1 \times 2$;

nombres qui ne s'écartent pas sensiblement des valeurs précédentes.

» En résumé, les substitutions chlorées opérées dans l'état gazeux dégagent des valeurs voisines de 30^{Cal} à 32^{Cal}, pour chaque équivalent d'hydrogène substitué dans la série grasse, avec formation de gaz chlorhydrique; Cl^n substitué à H^n dégage ainsi $30n^{Cal}$. D'après les données ci-dessus, l'addition de Cl^n à un carbure dégagerait à peu près la même quantité de chaleur.

» Dans la série de la benzine, la valeur thermique est voisine, quoique, semble-t-il d'après les cas cités plus haut, un peu plus forte. On ne saurait d'ailleurs attendre un accord absolu pour des substitutions qui changent les fonctions réelles des corps aussi profondément que la substitution chlorée. La concordance des chiffres précédents n'en est que plus digne d'intérêt. »

MÉTÉOROLOGIE OPTIQUE. — *Sur un double halo avec parhélies observé le* 15 *mai* 1891. Note de M. A. Cornu.

« Vendredi dernier 15 mai, entre $8^h 30^m$ et 9^h du matin, j'ai observé un halo offrant le caractère particulier que j'ai déjà eu l'occasion de signaler plusieurs fois à l'attention des météorologistes en vue de la prévision du temps ([1]).

» Le phénomène se composait de trois parties : 1° le halo circulaire de 22°; 2° le halo elliptique circonscrit au précédent; 3° deux parhélies situés en dehors du halo de 22° : ils offraient le maximum d'intensité sur la circonférence du halo elliptique ([2]) et se prolongeaient à l'opposite du Soleil par deux arcs estompés et recourbés vers le haut.

» Au point de tangence supérieure des deux halos, le phénomène présentait une intensité tout à fait extraordinaire : c'est là le caractère particulier dont j'ai indiqué l'importance probable; sur le reste du contour, l'éclat allait en s'affaiblissant, sauf au point de tangence inférieure où il y avait un redoublement de lumière.

» Les colorations spectrales très vives se présentaient dans l'ordre accoutumé, le rouge en dedans, le bleu en dehors.

» Les spectres parhéliques présentaient aussi de vives couleurs.

» L'aspect du phénomène m'a rappelé exactement ceux que j'avais observés antérieurement et qui avaient précédé de grandes perturbations atmosphériques ([3]). Les bourrasques survenues depuis montrent que les prévisions fondées sur l'apparition du halo elliptique circonscrit méritent d'être prises en considération. »

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 1324; 1885; t. CII, p. 1210; 1886; t. CV, p. 910; 1887; t. CX, p. 497; 1890.

([2]) Au début de l'observation, les parhélies paraissaient intérieurs au halo elliptique : à la fin, ils étaient très exactement sur la circonférence de ce halo. Ce déplacement, qui m'avait d'abord semblé singulier, est tout à fait conforme à la théorie [voir Bravais, *Mémoire sur les halos* (*Journal de l'École Polytechnique*, XXXIe Cahier, p. 73)]. En effet, à la fin de l'observation, la hauteur du Soleil atteignait l'angle de 43°15′ pour lequel le parhélie est sur la circonférence même du halo : au-dessous de cette hauteur, le parhélie est en dedans; au-dessus, en dehors.

([3]) *Loc. cit.*, t. CX, p. 497.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un Mémoire de M.* W. von Bezold *relatif à la théorie des cyclones.* Note de M. **Faye.**

« M. le Directeur du Bureau central météorologique de Prusse a fait, le 4 décembre dernier, devant l'Académie de Berlin, la déclaration suivante ([1]) :

» Quand on suit attentivement la littérature météorologique de ces dernières années, on est forcé de reconnaître qu'il se prépare peu à peu une importante révolution dans la conception des grands mouvements de l'atmosphère.

» Il peut se produire deux sortes de tourbillons. Les uns prennent naissance à ras de terre, par suite de l'échauffement anormal du sol, et de là s'élèvent en tournoyant jusqu'à une certaine hauteur, lorsque la constitution locale de l'atmosphère s'y prête. Les seconds sont engendrés dans les courants élevés qui se produisent en certains cas entre l'équateur et l'une ou l'autre région polaire. Dans ces fleuves aériens de déversement chargés de cirrus, des tourbillons descendants naissent absolument comme ceux des cours d'eau, et leur énorme trajectoire est dessinée par les ravages qu'ils exercent en bas sur les accidents du sol dont ils sont complètement indépendants.

» Les météorologistes, ignorant l'existence des seconds, persuadés qu'il n'y a dans la nature qu'un seul procédé pour mettre en jeu l'énergie empruntée à la rotation terrestre, crurent que les tempêtes ne pouvaient être attribuées qu'aux premiers ([2]). Ce n'est que bien plus tard que l'étude directe des tempêtes mit en évidence tant de points de désaccord entre les faits et cette théorie, qu'on en vint à soupçonner celle-ci. Nous allons jeter un coup d'œil sur la littérature météorologique de ces dernières années, et constater que la révolution pressentie tient à ce que l'on commence à entrevoir que la vérité est tout entière du côté de la seconde théorie.

» Le phénomène capital, c'est assurément que les tempêtes, au lieu de

---

([1]) *Zur Theorie der Cyclone,* von Wilhelm von Bezold, p. 1.

([2]) Ce qui explique jusqu'à un certain point cette erreur, c'est que les deux ordres de phénomènes donnent également lieu à une dépression barométrique, quoique par des raisons différentes.

naître et de se dissiper sur place comme on l'a cru si longtemps, voyagent à grande vitesse sur des trajectoires géométriquement définies. Voici ce qu'on en dit aujourd'hui dans un livre qui, depuis son apparition en 1885, fait autorité ([1]) :

» En quoi consiste le mouvement de translation d'un tourbillon? L'observation nous apprend que des tourbillons immobiles, tels qu'on les a toujours supposés jusqu'ici, ne sauraient être que des exceptions.

» Puis, l'auteur emploie vingt-six pages à discuter les hypothèses qu'on a faites sur cette question capitale. Mais comment mettre d'accord des faits comme ceux-ci : un tourbillon né en mer, à proximité des côtes d'Afrique, voyage vers l'ouest en déclinant peu à peu vers le nord, atteint les Iles-du-Vent, va ravager Cuba, passe sur la Floride, se recourbe au nord, puis au nord-est, suivant les côtes de l'Amérique en semant son long trajet d'effroyables naufrages, et finalement recouvre une grande partie de l'Atlantique, etc..., ou encore comme ceux-là : une tempête est née à l'est sur l'hémisphère austral, passe sur les îles Mascareignes, atteint Madagascar, et se perd finalement dans l'océan Indien en parcourant une courbe symétrique, par rapport à l'équateur, de celles que suivent invariablement les tempêtes de l'autre hémisphère, sans égard aux obstacles d'aucune espèce; comment faire cadrer, dis-je, des faits pareils avec une théorie qui fait naître les tempêtes de l'échauffement local des couches d'air et d'un trouble particulier aux couches atmosphériques qui surmontent cette région? Aussi arrive-t-on, après de longues discussions, à conclure que ([2]) :

» Pour rendre compte du mouvement de translation des tourbillons atmosphériques, aucun des principes mis en avant jusqu'ici ne saurait suffire.

» Si l'air était ascendant dans une tempête, jamais on n'y constaterait cet imposant phénomène où, après la furie des vents, on pénètre tout à coup dans une région centrale de calme absolu. Cette région est limitée étroitement par les vents qui soufflent tout autour, en sorte que le navigateur qui la traverse peut croire la tempête finie lorsqu'elle va au contraire, après cette heure de calme et d'éclaircie, recommencer avec la même violence et avec des vents soufflant dans une direction diamétralement opposée. Bien plus, l'air, au lieu d'y monter, y descend au contraire, et prouve par l'élévation subite de la température, par sa sécheresse non moins su-

---

([1]) SPRUNG, p. 244.
([2]) *Id.*, p. 270.

bite, et par l'aspect du ciel dégarni de nuages, qu'il n'a pas subi l'action des cirrus qui partout ailleurs, autour de lui, amènent le froid et la condensation des vapeurs. Forcé de constater ces phénomènes, l'auteur cité est obligé de conclure ([1]) :

» Ces phénomènes si caractéristiques ne peuvent évidemment s'expliquer qu'en admettant qu'il existe au centre du tourbillon un courant d'air descendant.

» Pour ne pas citer toujours des auteurs allemands, passons maintenant à des auteurs anglais. Nous enregistrons d'abord une concession. Au lieu de faire débuter les ouragans et les tornados en bas, on admet qu'ils commencent en haut ([2]).

» M. Faye part de ces deux idées : 1° le mouvement commence en haut ; 2° il se propage vers le bas et est accompagné d'une giration autour d'un axe vertical.

» La théorie combattue par M. Faye en est exactement le contrepied : 1° l'action débute au ras du sol ; 2° elle se propage vers le haut ; 3° elle emprunte sa giration à celle de la Terre.

» Nous ne croyons pas que les chefs d'école de la Météorologie moderne persistent à soutenir cette dernière théorie. La surface de la Terre est ce qu'il y a de moins propre à donner naissance à un tornado, à un cyclone ou à une trombe. Pour maintenir un courant ascendant, il faut que l'air soit à peu près saturé d'humidité ; or cela n'arrivera généralement que dans la plus basse couche de nuages ou tout près de cette couche. Le gradient vertical de température et les perturbations qui déterminent l'action se trouveront réunis précisément à ce niveau, en sorte que toutes les conditions nécessaires pour faire naître un tornado commenceront à se produire à une certaine hauteur au-dessus de la surface de la Terre. Sur cette question, par conséquent, nous pouvons inviter M. Faye à reconnaître son accord avec nous.

» Malheureusement la théorie qu'on y adapte est difficilement intelligible.

» Dans ces derniers temps, les travaux de M. Hann, directeur du service météorologique à Vienne, paraissent devoir porter un coup fatal à cette même théorie ([3]). Pour que l'air continue à monter jusqu'au sommet d'un cyclone, en opérant en bas un appel énergique sur les couches d'air,

---

([1]) Sprung, p. 241.

([2]) *Nature*, 14 juin 1888, Article intitulé : *M. Faye's Theory of storms.*

([3]) M. W. Ferrel, l'éminent météorologiste américain, a discuté les assertions du Dr Hann dans le journal anglais *Nature*, du 19 mars 1891. Je me propose de donner moi-même, à ce sujet, quelques explications sur les circonstances auxquelles sont dus les courants générateurs des cyclones, lesquels exigent pour leur production une notable accumulation de cirrus.

il faut que la température soit partout plus élevée que celle des régions qu'il traverse. M. Hann a cherché à vérifier cette condition par des observations faites à de grandes hauteurs. Voici la conclusion (1) :

» Nous sommes redevables aux observatoires de montagnes, érigés dans ces derniers temps, d'être désormais affranchis du préjugé d'après lequel la température dans les cyclones et les anticyclones devait être la condition première de ces phénomènes.

» L'argument le plus solide, celui qu'on m'opposait toujours pour prouver que l'air était ascendant dans les cyclones, à savoir le fait que les isobares étaient partout et toujours coupés sous un angle notable par les flèches des vents, de manière à accuser une tendance nettement centripète, disparaît à son tour. Certes, les flèches des vents accusent cette tendance centripète lorsqu'il s'agit de ces tourbillons ascendants qui se montrent souvent dans la nature, mais qui n'y jouent qu'un rôle effacé; mais s'agit-il d'un cyclone, d'une tempête, d'un tornado, les choses se passent tout autrement, et voici ce que disent les maîtres de la Science actuelle (2) :

» Dans les cyclones bien développés, les Cartes synoptiques montrent que les flèches du vent sont très fréquemment parallèles aux isobares, c'est-à-dire que les vents soufflent précisément dans la direction de la tangente à ces courbes.

» Et comment pourrait-il en être autrement, lorsque ces vents soufflent autour d'un espace parfaitement calme de plusieurs lieues de diamètre?

» Je me rappelle le temps où l'on croyait avoir tout dit contre ma théorie lorsqu'on invoquait les Cartes synoptiques et qu'on y montrait des cas nombreux où les flèches du vent obliquaient vers l'intérieur des isobares. Quelle révolution que la thèse opposée! Si les vents, dans une tempête, dans un véritable cyclone, soufflent le long des isobares, il n'y a pas de tendance centripète, pas d'aspiration, pas d'appel d'air vers le haut, pas de colonne ascendante, et la théorie qui prétendait ramener les tempêtes à cette forme de giration s'évanouit aussitôt.

» Enfin, les phénomènes des orages, des grêles, des averses, des tornados sont liés à ceux des grands mouvements giratoires, c'est-à-dire aux tempêtes, par des lois constantes qui ne laissent aucun doute sur leur nature. Tous ces épiphénomènes sont dus à l'affluence des cirrus sur le côté droit de la trajectoire. Ils se produisent sur ce côté, mais à une distance du

---

(1) *Denkschriften der M. N. Classe der K. Academie*, Band lvii, 1890.

(2) Wm. von Bezold, p. 7.

centre plus grande que le rayon du cercle où les girations de la tempête atteignent le sol, et plus petite que le rayon du cercle sur lequel la diminution de pression se fait sentir ([1]), et ils suivent, malgré cette énorme distance, des lignes parallèles à la trajectoire centrale. Or cette association intime des orages et des tornados avec les tempêtes génératrices est absolument inconciliable avec l'ancienne théorie.

» On voit par ces détails combien les choses ont changé d'aspect depuis l'époque où l'on s'est mis sérieusement à l'étude de ces grands phénomènes, et comment la théorie nouvelle s'est adaptée d'elle-même à ces faits, tandis que la théorie ancienne, en dépit de tous les raccommodages, s'est montrée impuissante à en suivre le développement.

» Ainsi l'éminent météorologiste de Berlin a bien raison de dire qu'une grande révolution se prépare dans la Science qu'il cultive, et je suis flatté de la pensée qu'il exprime à la fin de son récent Mémoire ([2]) :

» Cette révolution aura pour résultat de ramener à une juste mesure les vues soutenues par M. Faye sur les mouvements descendants à l'intérieur des cyclones, et de les concilier jusqu'à un certain point avec les opinions qui régnaient naguère presque exclusivement.

» Mais j'avoue que mes espérances vont encore plus loin. »

VITICULTURE. — *Remarques sur l'emploi du sulfure de carbone au traitement des vignes phylloxérées.* Note de MM. **A.-F. Marion** et **G. Gastine.**

« La Note présentée par M. Cazeneuve dans la séance du 27 avril, au sujet de l'emploi contre le Phylloxera des mélanges de sulfure de carbone et de vaselines, nous met dans la nécessité de rappeler les expériences déjà anciennes qui ont servi, en 1877, à asseoir sur des bases scientifiques la méthode insecticide la plus répandue actuellement.

» Lorsque, à l'instigation du regretté Directeur général de la Compagnie des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, M. Paulin Talabot, nous avons eu à étudier les propriétés insecticides du sulfure de carbone, nous nous sommes préoccupés d'apporter, en outre des données simplement culturales qui laissent tant de place aux conjectures, des vérifications d'un

---

([1]) C'est la région *mnm'n'* de la figure que j'ai donnée dans les *Comptes rendus* (29 juin 1890) sous le titre : *Plan et coupe verticale d'une tempête.*

([2]) M. von Bezold, p. 24.

ordre plus concret, c'est-à-dire des expériences méthodiques qui, en nous servant à nous-mêmes pour établir notre jugement, devaient avoir pour conséquence naturelle d'inspirer au public une plus grande confiance dans les conclusions de nos travaux.

» C'est en vertu de ce programme que nous avons étudié par des procédés spéciaux la diffusion du sulfure de carbone au sein du sol, en faisant varier les conditions de dosage, de nature des terrains, d'époques des traitements. Ces expériences nous ont montré que la volatilité du sulfure de carbone était l'une des propriétés les plus précieuses de cet agent, car elle assurait la distribution de ses vapeurs toxiques dans la masse arable. Nous avons pu, par les connaissances acquises sur la zone de pénétration et la durée de persistance des vapeurs du sulfure de carbone autour des trous d'injection, régler les modes de distribution et les dosages les plus convenables à la réussite des opérations culturales.

» Parallèlement à ces essais, nous en avons institué d'autres, afin de contrôler sur l'insecte lui-même l'action de l'agent toxique. Dans des tubes en toile métallique, nous avons introduit des fragments de racines phylloxérées de dimensions uniformes, également garnies d'insectes. Au nombre d'une centaine, ces tubes ont été disposés en terre par série de 25 aux lieux et places qu'auraient occupés, dans une plantation normale, les ceps de vigne. Sur les carrés d'essais ainsi constitués dans des sols variés, nous avons fait des traitements avec des doses diverses de sulfure de carbone appliquées en une fois ou par portions successives; nous avons essayé aussi comparativement le sulfure de carbone employé en mélange avec certaines substances.

» Dans chaque série d'expériences plusieurs tubes étaient réservés comme témoins afin d'acquérir l'assurance que, dans les circonstances où nous opérions, les racines fragmentées remplissant les tubes offraient une alimentation suffisante aux Phylloxeras et assuraient même leur abondante multiplication. En examinant ensuite le contenu des tubes de manière à dresser la statistique des racines ne portant plus que des insectes morts par rapport à celles qui recélaient encore des parasites vivants, nous avons pu déduire, d'essais multipliés, les *coefficients insecticides* moyens se rapportant à chaque mode de traitement. Pour le détail de ces expériences et leur discussion, nous renverrons au Mémoire qui a été publié par la Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée. Il nous suffit ici de rappeler le dispositif de ces méthodes de recherches comparatives [1].

---

[1] A.-F. MARION, GASTINE, CATTA, *Traitement des vignes phylloxérées par le*

» Parmi les essais que nous avons réalisés, plusieurs ont eu précisément pour but d'examiner s'il existait un avantage à mélanger le sulfure de carbone avec des corps peu volatils destinés à le retenir plus ou moins énergiquement. Cette pensée d'abaisser la tension de vapeur du sulfure de carbone pour prolonger la durée de son action avait à cette époque de nombreux adhérents, notamment l'Association viticole de Libourne, qui conseillait l'emploi d'un mélange de sulfure de carbone avec le goudron de gaz, M. Roussellier qui préconisait, dans le même but, l'huile de résine, etc.

» De telles additions ne nous paraissaient présenter que des inconvénients en diminuant justement la propriété qui assure au produit sa distribution mécanique dans le terrain. Une partie notable du sulfure de carbone, 10 à 15 pour 100, par rapport à la quantité du corps inerte ajouté est retenue, dans le cas de ces mélanges, et reste sans emploi, ne pouvant fournir une émission de vapeurs toxiques. On sait avec quelle énergie les huiles condensent les vapeurs de sulfure de carbone. Certaines méthodes de dosage de ce composé (méthodes de Müntz, de Delachanal) reposent sur cette propriété. En outre, la tension des vapeurs du sulfure de carbone dans les mélanges reste assez voisine de celle du sulfure pur, tant que la proportion de ce corps atteint ou dépasse le taux de 50 pour 100, mais elle décroît ensuite rapidement à mesure que la proportion du sulfure s'abaisse. Recourir à un artifice de cette nature ne peut donc, en aucune manière, *régulariser* la diffusion. C'est le contraire qui a lieu, la diffusion étant en rapport direct avec la tension des vapeurs. Dans un mélange, la diffusion, d'abord presque aussi active qu'avec le sulfure pur, se réduit ensuite graduellement jusqu'à devenir sensiblement nulle alors qu'il reste cependant une proportion encore très notable de sulfure de carbone à l'état liquide. Telles étaient les remarques que nous suggéraient les propriétés connues des liquides volatils et nos propres expériences sur la diffusion. Les essais en tube ont pleinement confirmé ces inductions, car les coefficients insecticides observés avec les mélanges d'une huile lourde de houille (résidu de distillation par anthracène) ont été constamment et de beaucoup inférieurs à ceux fournis par l'emploi du sulfure de carbone pur. Afin de rendre les essais comparables, nous opérions, cependant, dans chaque cas, avec des quantités identiques de sulfure de carbone à l'état pur ou à l'état de mélange.

---

sulfure de carbone. Rapport sur les expériences et les applications en grande culture effectuées en 1877 (Paul Dupont, 1878, Paris).

» Rien n'autorise à supposer que les huiles lourdes de pétrole, les vaselines, puissent agir d'une manière différente. Nous devons admettre, au contraire, qu'ici encore une partie notable de sulfure de carbone se trouvera définitivement immobilisée en pure perte par l'affinité de l'excipient. Une autre partie sera tellement retardée dans son évaporation qu'elle ne pourra donner lieu qu'à une atmosphère insuffisamment toxique. Dans les premiers temps seulement, tant que le sulfure de carbone sera abondant dans le mélange, la diffusion restera assez active pour compenser les pertes constantes de vapeurs qui s'effectuent par la surface du sol et, par suite, pour procurer un effet insecticide certain. Les mélanges ont donc un résultat contraire à celui que l'on cherche à faire valoir en leur faveur : ils réduisent la durée d'action des vapeurs toxiques. C'est par suite d'une connaissance imparfaite de ces questions que tant d'auteurs se sont ingéniés dans une voie que nous n'avons jamais cessé de critiquer.

» Bien loin de réaliser un progrès dans la pratique des sulfurages, l'emploi de tels mélanges, car l'observation s'étend à toutes sortes d'ingrédients, bitumes, gélatines, etc., constitue un retour à d'anciennes pratiques dont les défauts ont été vite reconnus. Ces pratiques n'offrent plus qu'un intérêt purement historique ([1]). Pour prétendre le contraire, des expériences méthodiques et vraiment scientifiques sont indispensables.

» La réduction des doses du sulfure de carbone, conseillée trop souvent par des observateurs superficiels, a eu des effets funestes. Nous nous sommes souvent élevés contre ces indications qui n'étaient que trop dans les tendances des propriétaires, toujours portés à réaliser une économie sur l'insecticide. L'emploi des mélanges, en immobilisant en pure perte une part importante du sulfure de carbone, présente les mêmes inconvénients, contre lesquels nous ne saurions trop mettre en garde les viticulteurs. C'est en réduisant ainsi à l'excès les dosages que l'on est arrivé à croire que la défense des vignes n'est possible que dans des terrains spécialement favorables, homogènes et perméables, dont les granites délités du Beaujolais nous montrent le type accompli. En réalité, les doses de 220^{kg} à 250^{kg} par hectare qui suffisent dans ces sols légers deviennent impuissantes souvent dans les calcaires et les argiles. Mais, en élevant à 300^{kg}, 350^{kg} la quantité de sulfure de carbone, la défense est au contraire assu-

---

([1]) Des expériences récentes faites à la Station viticole de Villefranche sur la destruction des vers blancs, avec le sulfure vaseliné comparé au sulfure pur, confirment nettement l'infériorité de tels mélanges (PERRAUD, *Bulletin* n° 4, 1890, de la Revue publiée par ladite station).

rée, même dans ces terrains soi-disant réfractaires. A l'appui de ce qui vient d'être dit, nous pouvons citer le beau vignoble de M. Cachar, situé dans les terres calcaires de la Cadière (Var), vignoble dont certaines parties sont traitées à raison de 400^{kg} et 420^{kg} par hectare. Ces doses élevées n'affectent en aucune façon des vignes vigoureuses, tandis que des quantités minimes de sulfure de carbone éprouvent les ceps épuisés dont le système radiculaire a été détruit par le parasite.

» Le seul moyen d'économiser le sulfure de carbone est d'en faire l'application dans les conditions que nous avons fait connaître en 1877, en précisant par des expériences démonstratives les avantages procurés par les *traitements réitérés*. Dans ces opérations, la dose totale du sulfure de carbone est répartie en deux applications distinctes effectuées à quelques jours seulement d'intervalle. On obtient ainsi la prolongation d'action des vapeurs sans diminuer leur densité toxique. Il convient en effet de ne point faire un emploi abusif de l'opinion de Balbiani en ce qui concerne l'action prolongée de minimes doses des corps toxiques.

» Le trou d'injection disposé à 10^{cm} du pied des vignes et à une profondeur à peu près égale est une excellente pratique que nous avons indiquée depuis fort longtemps. Une dose de 5^{gr} à 6^{gr} de sulfure de carbone appliquée en cette place assure, en effet, la destruction des colonies établies sur le collet de la plante et prévient ainsi les réinvasions précoces sur l'ensemble des racines.

» Le rôle que les viticulteurs nous reconnaissent dans l'établissement et la vulgarisation des méthodes insecticides nous faisait une stricte obligation de déclarer que, jusqu'à présent, rien n'est venu modifier les règles essentielles que nous nous sommes attachés à définir avec précision. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales intermédiaires des équations aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Darboux.

« Étant donnée une équation aux dérivées partielles du second ordre, de forme *quelconque*,

$$F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0, \qquad (1)$$

les conditions pour que cette équation admette une intégrale du premier ordre dépendant de deux constantes arbitraires $V(x,y,z,p,q,a,b)=0$ sont de deux sortes ([1]). Il faut d'abord que l'équation (1), où l'on regarde x,y,z,p,q comme des constantes et r,s,t comme des coordonnées courantes, représente une surface réglée ayant ses génératrices parallèles à celles du cône

$$s^2-rt=0. \tag{2}$$

» Supposons cette condition remplie et soient

$$\left\{\begin{array}{l} r=ms+\mu,\\ s=mt+\nu \end{array}\right. \tag{3}$$

les équations d'une génératrice de la surface; les paramètres m,μ,ν devront vérifier deux équations de condition, qui dépendront de la surface considérée,

$$A(x,y,z,p,q,m,\mu,\nu)=0, \quad B(x,y,z,p,q,m,\mu,\nu)=0. \tag{4}$$

» Posons dans ces relations

$$m=-\frac{\dfrac{\partial V}{\partial q}}{\dfrac{\partial V}{\partial p}}, \qquad \mu=-\frac{\dfrac{\partial V}{\partial x}+p\dfrac{\partial V}{\partial z}}{\dfrac{\partial V}{\partial p}}, \qquad \nu=-\frac{\dfrac{\partial V}{\partial y}+q\dfrac{\partial V}{\partial z}}{\dfrac{\partial V}{\partial p}};$$

nous aurons, pour déterminer la fonction inconnue V, deux équations du premier ordre, qui devront admettre une intégrale commune avec deux constantes arbitraires. S'il en est ainsi, la méthode de la variation des constantes permettra d'obtenir une intégrale du premier ordre dépendant d'une fonction arbitraire ([2]); mais la présence de cette fonction arbitraire empêchera en général d'achever l'intégration. Il y a cependant un cas où l'on pourra achever l'intégration, malgré la présence de cette fonction arbitraire.

» Supposons les équations qui déterminent V mises sous la forme

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial V}{\partial x}+p\dfrac{\partial V}{\partial z}=\Phi\left(x,y,z,p,q;\dfrac{\partial V}{\partial p},\dfrac{\partial V}{\partial q}\right),\\ \dfrac{\partial V}{\partial y}+q\dfrac{\partial V}{\partial z}=\Psi\left(x,y,z,p,q;\dfrac{\partial V}{\partial p},\dfrac{\partial V}{\partial q}\right), \end{array}\right. \tag{5}$$

([1]) *Voir,* par exemple, BACKLUND, *Mathematische Annalen,* t. XI, p. 219.

([2]) DARBOUX, *Annales de l'École Normale supérieure,* p. 173; 1870.

Φ et Ψ étant des fonctions homogènes et du premier degré de $\frac{\partial V}{\partial p}, \frac{\partial V}{\partial q}$, et considérons le cas où elles forment un *système en involution*, c'est-à-dire où elles admettent une intégrale complète avec trois constantes arbitraires, abstraction faite de la constante par laquelle on peut multiplier toute solution. Il est facile de trouver les conditions pour qu'il en soit ainsi; on aura en particulier

$$(6) \qquad \frac{\partial \Psi}{\partial\left(\frac{\partial V}{\partial q}\right)} = \frac{\partial \Phi}{\partial\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)}.$$

» Cela posé, soit $V(x, y, z, p, q, a, b)$ une intégrale des équations (5); en différentiant ces équations par rapport aux paramètres a et b, et en formant les crochets $\left[V, \frac{\partial V}{\partial a}\right], \left[V, \frac{\partial V}{\partial b}\right], \left[\frac{\partial V}{\partial a}, \frac{\partial V}{\partial b}\right]$; on vérifie facilement que l'on aura

$$(7) \qquad \left[V, \frac{\partial V}{\partial a}\right] = 0, \qquad \left[V, \frac{\partial V}{\partial b}\right] = 0, \qquad \left[\frac{\partial V}{\partial a}, \frac{\partial V}{\partial b}\right] = 0.$$

Il suit de là que les trois équations

$$V = 0, \qquad \frac{\partial V}{\partial a} = a', \qquad \frac{\partial V}{\partial b} = b',$$

où a', b' désignent deux nouvelles constantes, donnent une intégrale complète de l'équation $V = 0$. Considérons maintenant les deux équations

$$(8) \qquad b = \varphi(a), \qquad \frac{\partial V}{\partial a} + \varphi'(a)\frac{\partial V}{\partial b} = 0,$$

où $\varphi(a)$ désigne une fonction arbitraire de a; imaginons que de ces relations on tire a et b en fonction de x, y, z, p, q et désignons par V_1, V_2, V_3 les fonctions $V, \frac{\partial V}{\partial a}, \frac{\partial V}{\partial b}$ où l'on aurait remplacé a et b par ces valeurs. On vérifie encore sans difficulté que l'on a

$$[V_1, V_2] = 0, \qquad [V_1, V_3] = 0, \qquad [V_2, V_3] = 0,$$

de sorte que les relations

$$V_1 = 0, \qquad V_2 = a', \qquad V_3 = b'$$

donnent une intégrale complète de l'équation $V_1 = 0$. En réunissant ces résultats, on conclut que l'intégrale générale de l'équation proposée sera

représentée par un système de deux équations de la forme suivante

$$(9)\qquad \begin{cases} \Pi[x, y, z, a, \varphi(a), \varphi'(a), \psi(a)] = 0, \\ \dfrac{\partial\Pi}{\partial a} + \dfrac{\partial\Pi}{\partial\varphi}\varphi'(a) + \dfrac{\partial\Pi}{\partial\varphi'}\varphi''(a) + \dfrac{\partial\Pi}{\partial\psi}\psi'(a) = 0, \end{cases}$$

$\varphi(a)$ et $\psi(a)$ désignant deux fonctions arbitraires.

» La recherche des équations du second ordre qui s'intègrent de cette façon revient à la détermination des fonctions $V(x, y, z, p, q, a, b)$ satisfaisant aux relations (7).

» On a une solution assez générale en prenant

$$V = Z + aX + bY + \varphi(P + a, Q + b),$$

φ désignant une fonction homogène et du second degré, et X, Y, Z, P, Q cinq fonctions donnant lieu à l'identité

$$dZ - P\,dX - Q\,dY = \rho(dz - p\,dx - q\,dy).$$

» Enfin je ferai remarquer que, si l'on applique ce qui précède aux équations linéaires, on retrouve les équations étudiées par MM. Sophus Lie et Darboux, pour lesquelles les équations différentielles des caractéristiques admettent trois combinaisons intégrables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode élémentaire pour établir les équations différentielles dont les fonctions thêta forment les intégrales.* Note de M. F. **Caspary**, présentée par M. Hermite.

« En poursuivant la voie ouverte par M. Hermite, j'ai prouvé que les éléments d'un système orthogonal s'expriment par les fonctions thêta d'un nombre quelconque d'arguments, et j'ai montré que les identités algébriques et différentielles qui ont lieu pour lesdits éléments permettent d'en déduire la théorie des fonctions thêta.

» Dans cette Note, je vais donner une nouvelle application de la liaison qui existe entre les éléments d'un système orthogonal et les fonctions thêta, en me proposant d'en tirer une méthode élémentaire pour établir les équations différentielles dont les fonctions thêta forment les intégrales.

» Soient a_{mn} $(m, n = 1, 2, 3)$ les neuf coefficients d'un système ortho-

gonal et p_h, v_h $(h = 1, 2, 3)$ six quantités, définies par les égalités

$$\begin{aligned} p_h &= -(a_{1k}\,da_{1l} + a_{2k}\,da_{2l} + a_{3k}\,da_{3l}) \\ v_h &= \quad a_{k1}\,da_{l1} + a_{k2}\,da_{l2} + a_{k3}\,da_{l3} \end{aligned} \qquad \left(\begin{matrix} h, k, l = 1, 2, 3 \\ 2, 3, 1 \\ 3, 1, 2 \end{matrix}\right).$$

» Alors on sait que les quinze quantités a_{mn}, p_h, v_h, que j'appelle *éléments d'un système orthogonal,* s'expriment *identiquement* par quatre quantités quelconques. Si l'on choisit pour ces quatre quantités des expressions convenablement composées des fonctions thêta qui renferment les paramètres doublés $2T_{\alpha\beta}$, on est conduit, au moyen des transformations du second degré, à ces expressions dont il s'agit et dont j'ai donné antérieurement, pour les fonctions thêta d'un et de deux arguments, les plus simples.

» Supposons que ces expressions des éléments d'un système orthogonal par les fonctions thêta soient établies tout généralement; dès lors les identités qui existent entre les éléments a_{mn}, p_h, v_h entraînent des égalités entre les fonctions thêta et leurs différentielles. Réciproquement, ces égalités, convenablement choisies et employées, entraînent des équations auxquelles doivent obéir les éléments du système orthogonal pour être exprimés par les fonctions thêta d'un nombre déterminé d'arguments. Par conséquent, ces équations ne sont point des identités; elles sont différentes selon le nombre d'arguments des fonctions thêta et en caractérisent le genre. Les formes sous lesquelles ces équations se présentent sont très nombreuses, mais elles se séparent en deux classes : équations algébriques et équations différentielles. Les unes sont précisément celles qui apparaissent dans des problèmes de Géométrie et de Mécanique et dont on cherche les intégrales, tandis que les autres fournissent les relations algébriques par lesquelles ces intégrales sont liées entre elles.

» En me réservant de communiquer d'autres applications de la méthode exposée, je vais l'illustrer par une seule qui concerne les fonctions thêta de Jacobi dans lesquelles entrent deux arguments quelconques.

» D'après le théorème que j'ai établi dans mon Mémoire, inséré au t. VI du *Journal* de M. C. Jordan, on a, pour ce cas, les expressions caractéristiques

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} & p_h = -ia_{3h}m_{s_h}, \qquad v_3 = -im_s \qquad (i = \sqrt{-1}), \\ & m_\gamma = \frac{\vartheta'_\gamma(x)}{\vartheta_\gamma(x)}\,dw + \frac{\vartheta'_\gamma(w)}{\vartheta_\gamma(w)}\,dx + d\log F \qquad (\gamma = s, s_1, s_2, s_3), \end{aligned} \right.$$

où F est une fonction quelconque des arguments quelconques w et x, et où les indices s, s_1, s_2, s_3 désignent les nombres 0, 1, 2, 3 (voir *loc. cit.*, p. 374). Supposons maintenant que les arguments w et x soient fonctions quelconques d'une seule variable t, et posons

$$p_1 = p\,dt, \qquad p_2 = q\,dt, \qquad p_3 = r\,dt; \qquad v_3 = v''\,dt,$$
$$-im_{s_1} = A^{-1}\,dt, \quad -im_{s_2} = B^{-1}\,dt, \quad -im_{s_3} = C^{-1}\,dt.$$

Alors les identités différentielles

$$da_{3h} = a_{3k}p_l - a_{3l}p_k$$

se transforment, sans aucun calcul, dans les équations différentielles

$$\text{(I)} \qquad \frac{d(Ap)}{dt} = (B - C)qr, \qquad \frac{d(Bq)}{dt} = (C - A)rp, \qquad \frac{d(Cr)}{dt} = (A - B)pq,$$

qui prennent aussi la forme

$$\text{(II)} \qquad \left\{ \begin{aligned} A\frac{dp}{dt} &= (B - C)qr - a_{31}\frac{d\log A}{dt}, \\ B\frac{dq}{dt} &= (C - A)rp - a_{32}\frac{d\log B}{dt}, \\ C\frac{dr}{dt} &= (A - B)pq - a_{33}\frac{d\log C}{dt}. \end{aligned} \right.$$

De plus, les identités algébriques

$$a_{31}^2 + a_{32}^2 + a_{33}^2 = 1, \qquad a_{31}p_1 + a_{32}p_2 + a_{33}p_3 = v_3$$

se changent en les relations qui lient les intégrales, savoir

$$\text{(III)} \qquad \left\{ \begin{aligned} & A^2p^2 + B^2q^2 + C^2r^2 = 1, \\ & Aa_{31}p + Ba_{32}q + Ca_{33}r = 1, \\ & Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 = v'', \end{aligned} \right.$$

où A, B, C sont fonctions quelconques de la variable t.

» Les problèmes auxquels conduisent les équations différentielles (I) ou (II) sont résolus complètement par les expressions des éléments a_{mn}, p_h, v_h, établies dans mon Mémoire cité, si l'on y détermine encore les quantités quelconques w, x, F par les fonctions données A, B, C. Tout particulièrement, on retrouve ainsi les résultats dus, dans le problème de la rotation d'un corps solide, à Jacobi, à M. Hermite et à M. Padova.

» Cet exemple met en évidence l'avantage de la méthode exposée : en fournissant, au moyen d'identités, les équations différentielles, leurs intégrales et les relations algébriques qui existent entre elles, les unes et les autres renferment encore des arguments et des fonctions quelconques. Le problème qui reste seul à résoudre, dans les applications, consiste à déterminer ces arguments et ces fonctions par les données de la question proposée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de nombres complexes.* Note de M. **André Markoff**, présentée par M. Hermite.

« Les nombres entiers qui dépendent de $\sqrt[3]{ab^2}$ (a, b et ab sont des nombres entiers rationnels non divisibles par aucun carré) et ont la forme fractionnaire

$$\frac{x+y\sqrt[3]{ab^2}+z\sqrt[3]{a^2b}}{3},$$

x, y, z étant des nombres entiers rationnels non divisibles par 3, se divisent en deux classes :

» 1° Les nombres premiers avec 3 ;

» 2° Les nombres non premiers avec 3.

» Les carrés des nombres de la première classe (et les produits de deux nombres de cette classe) se réduisent à la forme

$$X+Y\sqrt[3]{ab^2}+Z\sqrt[3]{a^2b},$$

X, Y, Z étant les nombres entiers rationnels.

» Quant aux nombres de la seconde classe, toutes les puissances de ces nombres ont aussi la forme fractionnaire.

» Les unités complexes appartiennent à la classe première, et nous voyons que le carré de l'unité complexe

$$\frac{23+11\sqrt[3]{10}+5\sqrt[3]{100}}{3}$$

est égal à

$$181+84\sqrt[3]{10}+39\sqrt[3]{100}.$$

» J'ai trouvé encore que l'unité complexe

$$3\sqrt[3]{19}-8$$

est égale au carré

$$\left(\frac{2+2\sqrt[3]{19}-\sqrt[3]{19^2}}{3}\right)^2.$$

» Or, dans le domaine des nombres dépendant de $\sqrt[3]{17}$, il n'existe aucune unité complexe de la forme fractionnaire, car l'unité fondamentale est égale à

$$324+126\sqrt[3]{17}+49\sqrt[3]{17^2}=\frac{1}{18-7\sqrt[3]{17}}.$$

» De ce dernier domaine, je prends les exemples suivants :

$$2=\frac{7+2\xi+\xi^2}{3}\,\frac{5+\xi-\xi^2}{3},$$

$$3=\frac{(2-\xi)^2}{3}\left(\frac{4+2\xi+\xi^2}{3}\right)^2,$$

$$5=\frac{16-\xi-2\xi^2}{3}\,\frac{74+28\xi+11\xi^2}{3},$$

$$\left(\frac{7+2\xi+\xi^2}{3}\right)^2=13+5\xi+2\xi^2,$$

$$\left(\frac{16-\xi-2\xi^2}{3}\right)^2=36+4\xi-7\xi^2,$$

$$\frac{5+\xi-\xi^2}{3}\times\frac{74+28\xi+11\xi^2}{3}=9+3\xi+\xi^2,$$

$$\frac{5+\xi-\xi^2}{3}\times\frac{16-\xi-2\xi^2}{3}=7+5\xi-3\xi^2,$$

$$\left(\frac{4+2\xi+\xi^2}{3}\right)^2=\frac{28+11\xi+4\xi^2}{3},$$

$$\left(\frac{4+2\xi+\xi^2}{3}\right)^3=\frac{145+56\xi+22\xi^2}{3},$$

ξ étant égal à $\sqrt[3]{17}$. »

CHIMIE. — *Études quantitatives sur l'action chimique de la lumière.* Troisième partie : *Influence de la dilution ;* par M. Georges Lemoine.

« Comparons les décompositions réalisées par la lumière dans différents mélanges d'acide oxalique et de chlorure ferrique pris en proportions toujours équivalentes, mais avec différents excès d'eau. La dilution intervient

d'abord physiquement en augmentant la transparence de notre réactif coloré : on va voir qu'en outre elle intervient chimiquement en facilitant la décomposition. L'influence physique de la dilution peut être éliminée, car, si la loi d'absorption est connue, tout peut être réduit par le calcul à ce qui se passerait dans une couche infiniment mince; nous aurons ainsi l'action chimique proprement dite.

» *Calcul de l'action chimique de la lumière pour différentes dilutions en éliminant l'influence de l'absorption.* — Bornons-nous aux premiers moments de la réaction. — En partant des expériences d'absorption, nous avons déjà calculé pour un vase et une dilution quelconques l'intensité moyenne s de la lumière au travers de notre réactif (*Comptes rendus*, 4 mai 1891, p. 992).

» Le poids y de matière décomposé dans un temps très court τ est proportionnel à la fois : au poids p de matière décomposable, à l'intensité moyenne s de la lumière; à un coefficient c correspondant à la dilution.

On a donc, en appelant m une constante,

$$\frac{y}{\tau} = mcsp. \tag{1}$$

$$c = \frac{1}{m} \frac{\left(\frac{y}{p}\right)}{\tau} \frac{1}{s}. \tag{2}$$

» Le coefficient c représente donc la fraction de la masse décomposée dans l'unité de temps avec une cuve rectangulaire infiniment mince, car alors la lumière garderait son intensité primitive, de sorte qu'on aurait $s = 1$. C'est l'*action chimique* proprement dite correspondant à la dilution considérée.

» Toutes les expériences sont comparatives; elles nous donneront donc seulement le rapport de cette action chimique c à celle c_0 du mélange de liquides normaux (1 équivalent dans 1^{lit}) que nous prenons pour type

$$\frac{c}{c_0} = \frac{\left(\frac{y}{p}\right)}{\left(\frac{y_0}{p_0}\right)} \frac{s_0}{s}. \tag{3}$$

» *Résultats des expériences faites à la lumière sur l'influence de la dilution.* — Voici quelques spécimens choisis parmi les expériences où la

situation atmosphérique était à peu près celle qui correspond à la formule d'absorption prise comme base des calculs :

Lumière employée...	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Bleu	Jaune
	Rectangles			Cercle de 14^{mm}	Rectangles	
	de 1^{mm}.	de 4^{mm}.	de 25^{mm}.	de diamètre.	de 4^{mm}.	de 4^{mm}.
Intensité moyenne s_0 de la lumière transmise par le mélange de liquides normaux...	0,141	0,051	0,015	0,024	0,029	0,866

Mélange de liquides actifs :

Expériences : rapports entre les fractions de décomposition pour un même temps.

Les expériences simultanées, dans une même colonne, sont indiquées par un astérisque.

$\frac{3}{2}$ normaux.....	**0,64**	**0,62**	»	**0,88**	»	»	
normaux.....	1	1	1	1	1	1	Donnée
$\frac{1}{2}$ normaux.....	**1,85** **1,92***	**2,16** **2,10*** **2,11*** **2,36***	**2,15**	**2,16***	**2,58** **2,57**	**1,40** **1,34**	
$\frac{1}{4}$ normaux.....	» »	» » **4,31*** **4,06***	»	**4,48***	»	»	

Calcul des rapports entre les coefficients c exprimant l'action chimique élémentaire.

En éliminant l'influence de l'absorption, conformément à l'équation (3), d'après les fractions de décomposition précédentes.

$\frac{3}{2}$ normaux.....	0,84	0,84	»	0,76	»	»	Soit **0,8**
normaux.....	1	1	1	1	1	1	1
$\frac{1}{2}$ normaux.....	1,23 1,28	1,26 1,23 1,23 1,38	1,35	1,32	1,40 1,40	1,33 1,27	Soit **1,3**
$\frac{1}{4}$ normaux.....	»	» » 1,56 1,47	»	1,61	»	»	Soit **1,5**

» Ainsi, malgré d'énormes différences dans la forme des vases, dans l'absorption, dans l'intensité absolue de la lumière, le calcul arrive à dégager l'action chimique propre aux différentes dilutions : il l'exprime par des nombres qui sont à peu près les mêmes pour les diverses séries d'expériences et qui croissent régulièrement avec l'excès d'eau.

» Ces résultats sont corrélatifs de l'action chimique du chlorure ferrique sur l'eau, établie par les expériences de MM. Debray, Berthelot, etc. ; on conçoit que, lorsque le chlorure ferrique est partiellement décomposé par un excès d'eau, l'acide oxalique exerce plus facilement son action.

» *Comparaison à la réaction effectuée par la chaleur seule.* — J'ai trouvé que, dans l'obscurité, la même réaction se produit assez rapidement pour être facilement mesurable, à la condition que la température soit élevée à environ 100° (*Bulletin de la Société chimique,* 1886, t. XLVI, p. 289). Les quantités de matières décomposées pour une même dilution satisfont alors à la relation $\frac{dy}{dt} = c'(p - y)$, qui, à l'origine, se réduit à $\frac{y}{t} = c'p$ et qui est toute semblable à celle de tout à l'heure. Sans insister aujourd'hui sur cette étude, je signalerai seulement un rapprochement remarquable : les rapports entre les coefficients c' de l'action chimique caractérisant chaque dilution, déterminés par ces expériences faites avec la chaleur seule, sont à très peu près *égaux* à ceux que nous venons d'obtenir avec la lumière.

» Ainsi, lorsqu'on a mis de côté les effets de l'absorption, on trouve que, au point de vue de l'influence de la dilution, *les actions chimiques provoquées ici par la lumière et par la chaleur suivent les mêmes lois.*

» Des comparaisons semblables peuvent être faites en examinant l'influence de divers excès de l'un des réactifs ou celle de différents corps étrangers : ce sera l'objet d'autres communications.

» M. Calvet et M. Ferrières m'ont prêté, dans ces recherches, leur meilleur concours; je les prie de recevoir tous mes remerciements. »

CHIMIE. — *Calcul des températures de fusion et d'ébullition des paraffines normales.* Note de M. G. Hinrichs.

« La loi générale que j'ai énoncée dans une Communication précédente ([1]) se déduit assez facilement des principes de la Mécanique. Je

---

([1]) *Comptes rendus* du 4 mai 1891, p. 998.

vais démontrer dans cette Note que cette loi est l'expression exacte des faits observés.

» La série homologue la plus étendue de la Chimie est celle des paraffines normales C^nH^{2n+2}, dont on connaît presque tous les termes depuis $n=1$ jusqu'à $n=35$. Comme il y a des isomères dans la série des hydrocarbures saturés, il est de la plus haute importance de n'accepter ici que les termes vraiment normaux, ce que nous permettent les importantes recherches expérimentales de F. Krafft, publiées dans les *Berichte der Chem. Ges.*, 1882, p. 1711, et dont j'ai pris connaissance par le *Jahrbruch der Erfindungen*, 1882, p. 279 et suivantes.

» Les paraffines normales forment un prisme rectiligne d'un nombre n de joints ou nœuds identiques CH^2, se terminant à chaque extrémité par un seul atome d'hydrogène. On peut donc les représenter par

$$H.CH^2.CH^2.CH^2.\ldots.CH^2.CH^2.H,$$

et leur poids atomique sera $a=14n+2$. Pour $n=10, 20, 30$, les valeurs de a ne s'écartent que de $\frac{1}{70}, \frac{1}{140}, \frac{1}{210}$ de la valeur $14n$. Nous pouvons donc, dans une première approximation, considérer les propriétés des paraffines comme fonction de n au lieu de a, ce qui rendra notre exposition plus conforme à l'usage des chimistes.

» Prenons le logarithme du nombre n d'atomes de carbone des paraffines pour abscisse, et les températures d'ébullition et de fusion, observées par Krafft, comme ordonnées. Alors on voit immédiatement que tous les points appartenant aux termes supérieurs de la série figurent très exactement une ligne droite, la limite logarithmique de la Note précedente. Les points des termes inférieurs s'écartent de plus en plus de cette droite, à mesure que le nombre n s'approche de l'unité. Si l'on rapporte, sans changement d'abscisse, ces écarts y_2 à une droite horizontale, on voit qu'ils déterminent une parabole [équat. (3)].

» J'ai fait les tracés à grande échelle et avec beaucoup de soin. De ces tracés j'ai tiré les valeurs des constantes des formules exprimant la loi générale en fonction de n, comme il suit :

(11) $\left.\begin{array}{l}\text{Ébullition}\ldots\ldots\\ \text{Fusion}\ldots\ldots\ldots\end{array}\right\}\ y=y_1\pm y_2.$

Limite logarithmique.	Courbe parabolique.
(12) $y_1=k_1[\log n-q_1]$	(13) $y_2=k_2[q_2-\log n]^2$

Ébullition.

Constantes.	k_1.	q_1.	k_2.	q_2.
Sous 760mm	586°,3	0,717	190°	1,200
Sous 15mm	540	0,931	80	1,550

Fusion.

n impair............	131,8	0,972	166	1,500
n pair (¹)...........	»	»	43	1,380

» Avec ces constantes, les formules (11), (12), (13) fournissent les *valeurs calculées* pour chaque nombre *n* donné. Ces valeurs calculées, comme le montre le Tableau ci-dessous, s'accordent d'une façon satisfaisante avec les valeurs observées empruntées aux déterminations de Krafft, vu la grande difficulté physique et chimique de ces déterminations. Les écarts sont distribués très irrégulièrement; plus des trois quarts sont au-dessous de 0°,6. Il n'y a pas d'écarts systématiques.

» On voit bien que la loi générale énoncée dans ma Note précédente est vraiment l'expression fidèle de tous les faits observés, pour tous les changements d'état et sous toutes les pressions; la température variant de 160° à 340°, soit de 500°, et la pression de 15mm à 760mm; quant à l'atome prismatique, il croît de CH^4 à $C^{35}H^{72}$, embrassant ainsi toute la série connue.

	Température d'ébullition				Température de fusion			
	sous 760mm		sous 15mm		*n* impair		*n* pair	
Nombre *n*.	observé.	calculé.	observé.	calculé.	observé.	calculé.	observé.	calculé.
1.....	—160 (²)	—156,8	»	»	»	»	»	»
2.....	»	— 90,4	»	»	»	»	»	»
3.....	»	— 41,3	»	»	»	»	»	»
4.....	1	0,6	»	»	»	»	»	»
5.....	37-39	37,1	»	»	»	»	»	»
6.....	71	69,5	»	»	»	»	»	»
7.....	99	98,8	»	»	»	»	»	»
8.....	125	125,7	»	»	»	»	»	»
9.....	149,5	150,5	»	»	—51	—52,1	»	»
10.....	173	173,5	»	»	»	»	—32	—30,71

(¹) A ajouter aux valeurs calculées pour *n* impair. Voir ma Note précédente sur ce point fondamental de Mécanique moléculaire.

(²) Wroblewski donne — 155°, Olzewski — 164°.

Nombre n.	Température d'ébullition sous 760mm observé.	calculé.	sous 15mm observé.	calculé.	Température de fusion n impair observé.	calculé.	n pair observé.	calculé.
11.....	194,5	194,6	81	80,22	—26,5	—26,1	»	»
12.....	214	214,9	98	97,75	»	»	—12	—11,39
13.....	234	234,0	114	114,10	— 6,2	— 6,1	»	»
14.....	252,5	252,0	129,5	129,14	»	»	4,5	4,27
15.....	270,5	269,0	144	143,50	10	9,4	»	»
16.....	287,5	285,3	157,5	157,10	»	»	18	17,53
17.....	303	300,8	170	169,66	22,5	21,9	»	»
18.....	317	317,3	181,5	181,96	»	»	28	27,99
19.....	330	329,4	193	193,84	32	32,4	»	»
20.....	»	»	205	204,76	»	»	36,7	36,96
21.....	»	»	215	215,36	40,4	40,7	»	»
22.....	»	»	224,5	225,44	»	»	44,4	44,54
23.....	»	»	234	235,60	47,7	48,3	»	»
24.....	»	»	243	244,82	»	»	51,1	51,4
27.....	»	»	270	270,03	59,5	59,6	»	»
31.....	»	»	303,4	302,4	68,1	68,3	»	»
32.....	»	»	310	310,0	»	»	70,0	70,2
35.....	»	»	331	331,0	74,7	75,3	»	»

CHIMIE. — *Sur l'action qu'exercent les bases alcalines sur la solubilité des sels alcalins.* Note de M. ENGEL, présentée par M. Friedel.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les conclusions d'un Mémoire concernant l'action qu'exercent les bases alcalines (potasse, soude et ammoniaque) sur la solubilité des sels alcalins. Ce Mémoire fait suite à la série de recherches déjà publiées sur les variations de solubilité des sels en général en présence des acides, des bases ou d'autres sels (1).

» Tandis que 1 équivalent d'acide chlorhydrique précipite, à l'origine, sensiblement 1 équivalent de la solution saturée des divers chlorures, 1 équivalent de soude ou de potasse caustique ne précipite que $\frac{1}{2}$ équivalent d'un sel de sodium ou de potassium à acide monobasique. Autrement dit, 1 molécule de potasse ou de soude anhydre (M'^2O) précipite sensiblement 1 molécule du sel alcalin.

(1) Mémoires insérés aux *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIII, p. 132, 344, 370; t. XVII, p. 338.

» Voici, à titre d'exemple, l'action exercée par la soude sur la solubilité du chlorure de sodium à la température de 0°.

» La deuxième colonne du Tableau ci-dessous indique le nombre de molécules (en milligrammes) en solution dans 10^{cc} du liquide saturé; la troisième, le nombre de molécules de soude anhydre (Na^2O); dans la quatrième colonne, on a fait la somme des molécules du sel et de l'oxyde; la densité de la solution à la température du laboratoire se trouve dans une cinquième colonne.

	NaCl.	Na^2O.	Somme.	Densité.
I............	54,7	0	54,7	1,207
II............	49,375	4,8	54,175	1,221
III............	47,212	6,725	53,937	1,225
IV............	42,375	10,406	52,781	1,236
V............	39,55	14,78	54,33	1,249
VI............	24,95	30,5	55,45	1,295
VII............	19,3	37,875	57,175	1,314
VIII..........	09,408	53,25	62,66	1,362

» L'examen des nombres contenus dans le Tableau ci-dessus montre que la somme des molécules de sel et d'oxyde est d'abord un peu plus faible, puis plus forte que ne l'indique la loi énoncée ci-dessus, qui n'est qu'une loi approchée.

» La soude précipite d'une manière semblable l'azotate de sodium de la solution saturée de ce sel. La potasse agit de même sur les solutions de chlorure de bromure, d'iodure et d'azotate de potassium.

» Il n'en est plus ainsi dans l'action de l'ammoniaque sur les sels ammoniacaux. La présence de l'ammoniaque diminue à peine au début la solubilité du chlorure ammonique, par exemple, et ne tarde pas à l'augmenter sensiblement.

» J'ai montré, dans des recherches antérieures, que lorsque l'acide chlorhydrique, au lieu de précipiter un chlorure de sa solution, en augmente la solubilité, il se formait un chlorhydrate de chlorure qu'on peut le plus souvent isoler en beaux cristaux.

» Ici encore l'anomalie que présente l'ammoniaque, en agissant sur la solution des sels ammoniacaux, s'explique par la formation de combinaisons entre l'ammoniaque et le sel ammoniacal. C'est à M. Troost qu'est due la découverte des composés de l'ammoniaque avec le chlorure ammonique et avec d'autres sels ammoniacaux.

» Dans un prochain Mémoire, je signalerai les relations qui existent

entre ces faits et les abaissements des points de congélation des solutions saturées. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de la silice en présence du fer.* Note de M. LECLERE.

« On considère souvent la présence d'une grande proportion de fer comme susceptible d'entraver le dosage de la silice par évaporation à sec.

» On peut éviter la décomposition du perchlorure de fer en l'unissant au chlorure de potassium, pour former un sel double bien connu et utilisé depuis longtemps par M. Schlœsing.

» Par exemple, pour le dosage du silicium dans les fontes :

» 1^{gr} de métal est attaqué par un mélange de 20^{cc} d'acide nitrique et de 10^{cc} d'acide chlorhydrique. Après l'attaque, on expulse à l'ébullition la plus grande partie de l'acide nitrique par deux additions successives de 30^{cc} d'acide chlorhydrique; on ajoute 3^{gr} de chlorhydrate d'ammoniaque et l'on concentre jusqu'à consistance sirupeuse. On finit l'évaporation à l'étuve pour dégager à l'état de gaz les dernières traces de composés nitrés. On reprend par de l'acide chlorhydrique; on ajoute 3^{gr} de chlorure de potassium pur et assez d'eau pour le dissoudre, puis on laisse continuer l'évaporation à sec.

» Le sel double de fer et de potassium cristallise en même temps qu'une certaine quantité de chlorure double de fer et d'ammonium.

» Ces sels sont solubles dans l'eau froide, mais on dissout d'abord par l'acide chlorhydrique pour enlever les éléments accessoires.

» La silice s'est coagulée sur le résidu de carbone; elle se filtre et se lave facilement. Après calcination à haute température, elle reste pulvérulente, mais dense et facile à peser.

» Sans la présence du chlorhydrate d'ammoniaque cette silice contiendrait du manganèse; elle serait de même chargée de potasse si l'on n'avait pas expulsé tout d'abord l'acide nitrique. Le chrome se redissout aussi complètement, à condition de reprendre d'abord par de l'acide concentré; il est bon de réduire un peu de chrome à l'état de protochlorure en dissolvant dans le liquide un peu de zinc pur ou d'aluminium.

» Les vérifications donnent des résultats concluants.

» Ainsi, en attaquant du quartz pur par du carbonate de soude, on prépare une liqueur contenant par litre 1^{gr} de silice. 10^{gr} de fil de clavecin,

traités comme ci-dessus et additionnés de 20^{cc} de liqueur de silice, en ont fourni 32^{mgr}, ce qui porte à 12^{mgr} la quantité introduite par les 10^{gr} de fil de clavecin.

» Or, quatre prélèvements de 1^{gr} faits sur le même fil et traités encore comme ci-dessus, mais additionnés de quantités de silice égales à 5^{mgr}, 10^{mgr}, 50^{mgr}, 100^{mgr}, ont donné au dosage : $6^{mgr},4$, $11^{mgr},0$, $51^{mgr},0$, $102^{mgr},0$. Les différences avec la quantité calculée ne dépassent pas la limite de précision des pesées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution et la chaleur de formation des érythrates bibasiques.* Note de M. DE FORCRAND.

« L'étude thermique des quatre nouveaux érythrates de sodium que j'ai préparés récemment :

(A) $C^8H^8Na^2O^8$,

(B) $C^8H^8Na^2O^8, 8HO$,

(C) $C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2$,

(D) $C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2, 19HO$

m'a donné les résultats suivants :

» La chaleur de dissolution des deux premiers, dans 6^{lit} d'eau, vers $+15^o$, est de $+12^{Cal},49$ et $-2^{Cal},25$.

» Celle des deux autres, à la même température et dans 10^{lit} d'eau, de $+29^{Cal},28$ et $+1^{Cal},79$.

» D'autre part, l'action de NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$) sur $C^8H^9NaO^8$ ($1^{éq} = 4^{lit}$), dégage $+0^{Cal},195$ et celle de 2NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$) sur $C^8H^8Na^2O^8$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) $+0^{Cal},16$. D'où

$$C^8 \text{ diam.} + H^8 \text{ gaz} + Na^2 \text{ sol.} + O^8 \text{ gaz} = C^8H^8Na^2O^8 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +307^{Cal},81$$

» On peut aussi obtenir la valeur thermique des réactions suivantes :

				Cal
(1)	$C^8H^9NaO^8$ sol. + $NaHO^2$ sol.	$= C^8H^8Na^2O^8$ sol. + H^2O^2 sol. . .		$-0,725$
	$C^8H^8Na^2O^8$ sol. + H^2O^2 liq.	$= C^8H^9NaO^8$ sol. + $NaHO^2$ sol.		$+2,155$
(2)	$C^8H^9NaO^8$ sol. + NaO sol.	$= C^8H^8Na^2O^8$ sol. + HO sol. . . .		$+16,28$
(3)	$C^8H^9NaO^8$ sol. + Na sol.	$= C^8H^8Na^2O^8$ sol. + H gaz.		$+31,165$
(4)	$C^8H^{10}O^8$ sol. + Na^2 sol.	$= C^8H^8Na^2O^8$ sol. + H^2 gaz		$+69,305$

		Cal
(5)	$C^8H^8Na^2O^8$ sol. + 8HO sol. = $C^8H^8Na^2O^8$, 8HO sol........	+ 9,02
	$C^8H^8Na^2O^8$ sol. + 8HO liq. = $C^8H^8Na^2O^8$, 8HO sol........	+14,74
(6)	$C^8H^8Na^2O^8$ sol. + 2NaHO² sol. = $C^8H^8Na^2O^8$, 2NaHO² sol.....	+ 2,93
(7)	$C^8H^8Na^2O^8$, 2NaHO² sol. + 19HO sol. = $C^8H^8Na^2O^8$, 2NaHO², 19HO sol........................	+13,91
	$C^8H^8Na^2O^8$, 2NaHO² sol. + 19HO liq. = $C^8H^8Na^2O^8$, 2NaHO², 19HO sol........................	+27,49

» La comparaison de ces résultats amène aux conclusions suivantes :

» 1° L'addition de $2NaHO^2$ sol. à $C^8H^8Na^2O^8$ sol. dégage $+2^{Cal},93$, comme le montre l'équation (6). Il se forme donc bien une combinaison d'hydrate de soude et d'érythrate disodique, comme je l'ai admis précédemment, et non pas un simple mélange.

» 2° La chaleur d'hydratation des érythrates de sodium que j'ai pu isoler est à peu près constante lorsqu'on la rapporte à un même poids d'eau sous le même état. Ainsi la réaction (5) donne + 9,02 pour 8HO solide, soit $+1^{Cal},13$ pour HO sol. La réaction (7) fournit + 13,91 pour 19HO sol., soit $+0^{Cal},73$ pour HO sol. J'avais trouvé précédemment pour HO sol. fixé sur $C^8H^9NaO^8$ sol. le nombre $+0^{Cal},875$, et, pour 4HO sol. fixé sur le même corps, $C^8H^9NaO^8$ sol. le nombre $+4^{Cal},24$, soit, pour HO sol., $+1^{Cal},06$. Toutes ces valeurs sont faibles et très voisines, étant comprises entre $+0^{Cal},73$ et $+1^{Cal},13$. Elles expliquent cependant la séparation de ces corps en liqueur aqueuse en raison du changement d'état de l'eau et du nombre d'équivalents d'eau fixés sur l'érythrate (4, 8 et 19 équiv.), mais aussi la possibilité d'obtenir les érythrates anhydres par l'action de la chaleur sur ces corps hydratés.

» Ces nombres montrent encore que la constitution des trois composés (B), (C) et (D) est bien celle que j'ai proposée. En réalité, pour le corps (A) seul les résultats de l'analyse ne peuvent conduire à une autre formule que $C^8H^8Na^2O^8$, tandis que, pour les trois autres, ils s'accorderaient également bien avec les formules suivantes :

(B)	$C^8H^9NaO^8$, $NaHO^2$, 6HO,	ou	$C^8H^{10}O^8$, $2NaHO^2$, 4HO,
(C)	$C^8H^{10}O^8$, 4NaO,	ou	$C^8H^6Na^4O^8$, 4HO,
(D)	$C^8H^{10}O^8$, $4NaHO^2$, 15HO,	ou	$C^8H^6NaO^8$, 23HO,

mais pour le composé (B) les deux dernières formules sont inacceptables, parce que le système initial $C^8H^8Na^2O^8$ sol. + 8HO sol. qui le pro-

duit devrait, d'après les analogies, absorber de la chaleur pendant la réaction. Or l'équation (5) montre qu'il dégage $+9^{Cal},02$, comme il arrive pour l'hydratation de beaucoup de corps analogues. On doit donc adopter pour système final : $C^8H^8Na^2O^8, 8HO$ sol.

» 3° De même, pour le composé (C), la réaction

$$C^8H^8Na^2O^8 \text{ sol.} + NaHO^2 \text{ sol.}$$

dégage $+2^{Cal},93$. Ce nombre convient très bien pour l'addition de $NaHO^2$ à $C^8H^8Na^2O^8$. Il devrait être négatif s'il se formait $C^8H^{10}O^8, 4NaO$, et au contraire positif et beaucoup plus élevé pour $C^8H^6Na^4O^8, 4HO$. De même encore, pour le composé (D), la réaction de 19HO sol. sur

$$C^8H^8Na^2O^8, 2NaHO^2 \text{ sol.}$$

dégage $+13^{Cal},91$, valeur qui n'a rien d'anormal pour le système final adopté, tandis que la formation du premier des deux autres systèmes devrait absorber de la chaleur, et celle de l'autre en dégager davantage, d'après les analogies.

» 4° Chacune des valeurs des réactions (1), (2) et (3) est inférieure de 7^{Cal} à celle des réactions correspondantes que l'on obtient en substituant dans le premier membre des équations $C^8H^{10}O^8$ à $C^8H^9NaO^8$. Déjà à l'état dissous, les deux fonctions d'alcool primaire de l'érythrate n'ont pas la même valeur, les chaleurs de neutralisation par la soude étant $+0,69$ et $+0,195$. En liqueurs étendues, tous les alcools polyatomiques étudiés à ce point de vue donnent ainsi pour la première fonction un nombre supérieur à celui que fournit la seconde. Beaucoup d'acides polybasiques se conduisent d'une manière analogue, tandis que pour d'autres la différence est de signe contraire. En réalité, pour l'état dissous, on ne peut rien conclure de ces différences, l'addition du second équivalent de base dissous intervenant à la fois positivement par l'action de la base sur la seconde fonction, et négativement en dissociant la première combinaison par la masse d'eau qui le dissout. On ne peut pas davantage conclure en amenant le système final au même volume, comme avait tenté de le faire M. Colson [1] précisément pour l'érythrate, d'abord parce que les différences deviennent alors tellement faibles qu'on ne peut en répondre, et aussi parce que dans l'état dissous le second équivalent de base peut augmenter plus ou moins la stabilité du premier composé, même à volume égal.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 113.

» Mais mes dernières expériences montrent que, pour la réaction (3), l'action de Na sur $C^8H^9NaO^8$ sol. dégage $+ 31^{Cal},165$; celle de Na sur $C^8H^{10}O^8$ sol. $+ 38^{Cal},14$, tandis que celle de Na sur H^2O^2 sol. donnerait $+ 31^{Cal},87$. On peut prendre ces nombres pour caractériser ces trois corps. La première fonction alcool de l'érythrite a donc une action plus puissante que H^2O^2 sol. sur le métal alcalin; la seconde a, au contraire, une action un peu plus faible que H^2O^2 sol., *du moins lorsque la première a déjà subi la substitution sodique*, conclusions conformes à celles de l'étude des glycérinates mono et bibasiques.

» La seconde fonction est donc plus *faible* que la première, dans les alcools polyatomiques, du moins lorsque celle-ci a déjà subi la substitution métallique, les nombres étant rapportés à l'état solide et anhydre.

» Je me propose de rechercher si l'on obtient les mêmes résultats avec la mannite et surtout avec le glycol, dont les deux fonctions d'alcool primaire ne sont pas associées à des fonctions d'alcool secondaire. Mais déjà ces conclusions peuvent être rapprochées des faits analogues signalés au sujet de la valeur des fonctions successives des acides polybasiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Données thermiques sur l'acide propionique et les propionates de potasse et de soude.* Note de M. **G. Massol.**

« I. L'acide que j'ai employé pour ces expériences a été rectifié; il a passé à la distillation entre 139° et 140° (point d'ébullition indiqué par Linnemann).

» La dissolution dans l'eau s'effectue avec un léger dégagement de chaleur : ($pm = 74^{gr}$ dans 2^{lit}) $+ 0^{Cal},62$.

» II. *Propionate de potasse.* — Chaleur de neutralisation :

$$C^3H^6O^2\ (pm = 2^{lit}) + KOH\ (pm = 2^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 12^{Cal},95$$

» La dissolution évaporée au bain-marie a donné une masse blanche cristalline, qui devient anhydre après dessiccation à 100°. Il se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur

$$C^3H^5O^2K \text{ sol.} + Aq = C^3H^5O^2K \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 3^{Cal},02$$

» La chaleur de formation du sel anhydre, à partir de l'acide liquide anhydre et de la base hydratée solide, a été calculée d'après les données ci-dessus :

$$C^3H^6O^2 \text{ liq.} + KOH \text{ sol.} = C^3H^5O^2K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} \ldots \quad + 24^{Cal},44$$

nombre identique à celui qui correspond à la chaleur de formation de l'acétate de potasse anhydre, calculée d'après les données publiées par M. Berthelot.

$$C^2H^4O^2 \text{ liq.} + KOH \text{ sol.} = C^2H^3O^2K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol} \ldots \quad + 24^{Cal},41$$

» *Propionate de soude.* — Chaleur de neutralisation :

$$C^3H^6O^2 (pm = 2^{lit}) + NaOH (pm = 2^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 12^{Cal},49$$

» La solution évaporée au bain-marie donne une masse blanche, cristalline, qui constitue le sel à 2^{mol} d'eau. Séchée à 100°, elle devient anhydre.

» Le propionate de soude anhydre est fort déliquescent et extrêmement soluble dans l'eau ; il dégage $+ 3^{Cal},05$ ($pm = 96^{gr}$ dissous dans 4^{lit}).

» La chaleur de formation du sel solide est la suivante :

$$C^3H^6O^2 \text{ liq.} + NaOH \text{ sol.} = C^3H^5O^2Na \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} \quad + 21^{Cal},27$$

» Dans les mêmes conditions, l'acétate de soude anhydre se forme en dégageant $+ 20^{Cal},7$ (B.) ; le butyrate de soude anhydre dégage aussi $+ 21^{Cal},7$ (B.).

» Il résulte de ces faits que l'acide propionique, en se combinant avec la potasse et avec la soude, dégage autant de chaleur que ses homologues supérieur et inférieur, les acides acétique et butyrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chaleur de dissolution et la solubilité de quelques acides organiques dans les alcools méthylique, éthylique et propylique.* Note de M. **Timofeiew**.

« La dissolution des corps est un phénomène complexe; son étude n'a pas été faite jusqu'ici d'une façon systématique. En effet, les nombreuses données expérimentales connues portent toutes sur la solubilité dans les dissolvants ordinaires : eau, alcool, éther, benzine, etc., corps de constitution chimique absolument différente.

» Pour aborder ce problème dans les conditions les plus simples, je me suis proposé de comparer la solubilité de corps analogues dans des dissolvants comparables et d'étudier en même temps les propriétés physiques de ces solutions; comme dissolvants, j'ai choisi les alcools primaires et les acides normaux.

» Je communiquerai aujourd'hui les résultats relatifs à la solubilité de certains acides organiques dans les alcools méthylique, éthylique et propylique, et la chaleur de dissolution de ces mêmes acides; ces dernières expériences ont été faites au Laboratoire du Collège de France, grâce à l'obligeance de M. Berthelot; je lui en exprime ici tous mes remerciements.

» Voici les résultats obtenus pour la chaleur de dissolution en liqueur étendue (3 à 10 pour 100), à la température de 12° à 14° :

Table I.

Substance.	Alcool méthylique.	Alcool éthylique.	Alcool propylique.
	Cal	Cal	Cal
Acide oxalique anhydre.....	−0,87	−1,27	−1,88
Acide oxalique hydraté......	−5,21	−5,56	−6,60 (6,72)
Acide succinique..........	−4,54	−4,73	−4,98
Acide benzoïque..........	−2,88	−2,74	−2,97
Acide cinnamique..........	−3,80	−3,70	−3,79
Acide salicylique..........	−2,51	−2,06	−2,56

» Dans mes expériences sur la solubilité de ces acides (qui seront bientôt publiées en détail), j'ai obtenu des nombres qui sont exposés dans la Table II. Tous ces nombres représentent, évaluées en molécules-grammes, les quantités de chaque alcool qui sont nécessaires pour dissoudre une molécule de l'acide à la température donnée.

Table II.

Substance.	Températures.	Solubilité dans l'alcool méthylique.	Solubilité dans l'alcool éthylique.	Solubilité dans l'alcool propylique.
	o	mol	mol	mol
Acide oxalique hydraté....	− 1	7,75	9,65	15,4
»	+20	5,95	7,45	9,9
Acide succinique........	− 1	35,1	50,7	93
»	+21½	19	27	41
Acide benzoïque........	+ 3	7,6	6,6	6,8
»	+21	5,5	4,9	5,0
Acide cinnamique........	0	22,4	20,6	23,2
»	+19½	16	14,6	16
Acide salicylique........	− 3	10,6	8,3	8,8
»	+21	6,9	5,6	6,1

» Si l'on compare, dans ces deux Tables, les nombres relatifs aux acides bibasiques : oxalique et succinique, on remarque qu'en montant dans la

série des alcools dissolvants la solubilité moléculaire diminue en même temps que la chaleur de dissolution augmente.

» Pour les acides monobasiques : benzoïque, cinnamique et salicylique, la solubilité moléculaire est sensiblement la même dans les trois alcools; les chaleurs de dissolution sont aussi très rapprochées; cependant la solubilité dans l'alcool éthylique est un peu plus grande que dans les autres, en même temps que la chaleur de dissolution est plus petite.

» En résumé, dans les cas étudiés, nous pouvons conclure de l'examen de ces résultats qu'il y a une correspondance entre la solubilité moléculaire et la chaleur de dissolution, qui se manifeste de la façon suivante : la variation de la solubilité moléculaire entraîne une variation de sens contraire de la chaleur de dissolution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures des acides bibasiques sur l'éther cyanacétique sodé.* Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« M. Haller a démontré que les éthers cyanacétiques sodés

$$CHNa(CAz).CO^2R,$$

fournissent avec les chlorures des acides monobasiques des composés β-cétoniques de la forme $R'.CO.CH(CAz).CO^2R$, composés qui se comportent comme de véritables acides.

» Il a en outre fait voir que les éthers β-cétoniques cyanés, renfermant un radical aromatique, se dédoublent sous l'influence de l'eau bouillante en acétones cyanées et acide carbonique :

$$R.CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5 + H^2O = R.CO.CH^2.CAz + C^2H^5.OH + CO^2.$$

» Ces acétones cyanées, traitées par l'alcool chlorhydrique, lui ont ensuite permis de trouver une méthode générale de synthèse des acides β-cétoniques :

$$R.CO.CH^2.CAz+C^2H^5.OH+HCl+H^2O=R.CO.CH^2.CO^2C^2H^3+AzH^4Cl.$$

» Le but du travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est d'étudier l'action des chlorures des acides bibasiques sur les éthers cyanacétiques. Le mode opératoire est identique à celui employé par M. Haller et la réaction s'accomplit de la même manière.

» On a fait agir les chlorures de succinyle et de phtalyle, et en considérant ces corps comme dyssymétriques, on peut représenter les réactions de la façon suivante :

$$\begin{matrix} CH^2.CCl^2 \\ | \\ CH^2.CO \end{matrix}\!\!\!>O + 2CH\begin{matrix}\diagup CAz \\ Na.CO^2C^2H^5\end{matrix}$$

$$= 2NaCl + CH^2\begin{matrix}\diagup CAz \\ .CO^2C^2H^5\end{matrix} + \begin{matrix} CH^2\text{–}C \\ | \\ CH^2.CO \end{matrix}\!\!\!>O \; = C\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{matrix},$$

et

$$C^6H^4\begin{matrix}\diagup CCl^2 \\ \diagdown CO\end{matrix}\!\!>O + 2CH\begin{matrix}\diagup CAz \\ Na.CO^2C^2H^5\end{matrix}$$

$$= 2NaCl + CH^2\begin{matrix}\diagup CAz \\ \text{–}CO^2C^2H^5\end{matrix} + C^6H^4\begin{matrix}\diagup C \\ \diagdown CO\end{matrix}\!\!>O \; = C\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{matrix}.$$

» *Éther succinocyanacétique.* — Dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant on introduit deux molécules d'éther cyanacétique sodé en suspension dans l'éther anhydre; on ajoute une molécule de chlorure de succinyle; aussitôt la masse jaunit et s'échauffe un peu. On achève la réaction en faisant bouillir au bain-marie pendant une heure et demie. Puis on filtre rapidement, on lave les produits restés sur le filtre avec de l'éther chaud, on ajoute cet éther de lavage au premier éther filtré et on abandonne au repos pendant douze heures. La liqueur laisse déposer peu à peu un produit blanc jaunâtre formé de houppes cristallines enchevêtrées qu'on recueille sur un filtre. En lavant deux ou trois fois ce produit à l'éther chaud, on obtient un corps parfaitement blanc, soluble dans le chloroforme froid. La substance cristallisée dans le chloroforme fond à 125°-126°.

» L'analyse conduit à la formule

$$\begin{matrix} CH^2\text{–}C \\ | \\ CH^2.CO \end{matrix}\!\!\!>O \; = C\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{matrix}.$$

» *Éther phtalocyanacétique.* — J'ai fait agir de la même manière le chlorure de phtalyle sur l'éther cyanacétique sodé en suspension dans l'éther anhydre. Le produit de la réaction, étant fort peu soluble dans l'éther, reste en majeure partie mélangé au chlorure de sodium qui se forme simultanément. Pour l'isoler, on traite plusieurs fois à l'eau froide, en essorant à la

trompe; on purifie la substance en lavant à l'éther chaud, puis on fait cristalliser dans le benzène ou le chloroforme. L'analyse conduit à la formule

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C \\ CO\end{matrix}\right\rangle O = C\left\langle\begin{matrix}CAz \\ CO^2C^2H^5\end{matrix}\right. .$$

C'est une substance blanche qui fond vers 175° en se décomposant.

» Sous l'influence de l'eau bouillante, ces corps se dédoublent facilement en acide succinique et acide phtalique d'une part, et en éther cyanacétique d'autre part

$$\begin{matrix}CH^2.C \\ | \\ CH^2.CO\end{matrix}\Big\rangle O = C\left\langle\begin{matrix}CAz \\ CO^2C^2H^5\end{matrix}\right. + 2H^2O = \begin{matrix}CH^2.COOH \\ | \\ CH^2.COOH\end{matrix} + CH^2\begin{matrix}\diagup CAz \\ -CO^2C^2H^5\end{matrix}.$$

» Si l'on prolonge l'action de l'eau bouillante, l'éther cyanacétique est décomposé à son tour avec dégagement d'acide carbonique et formation d'acétate d'ammoniaque. Il est probable qu'il se produit d'abord de l'acétonitrile, lequel fixe ensuite les éléments de l'eau pour donner naissance à l'acétate d'ammoniaque

$$CH^2\begin{matrix}\diagup CAz \\ .CO^2C^2H^5\end{matrix} + H^2O = CH^3.CAz + CO^2 + C^2H^5.OH$$

et

$$CH^3.CAz + 2H^2O = CH^3.CO^2AzH^4.$$

» Ces composés ne se comportent donc pas, en présence de l'eau, comme ceux obtenus par M. Haller, qui se dédoublent en acétones cyanées et acide carbonique.

» Je poursuis l'étude de ces dérivés et me propose de faire réagir en outre d'autres chlorures sur l'éther cyanacétique sodé [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Haller (Faculté des Sciences de Nancy).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des nitrates dans la terre.* Note de M. A. **Müntz**, présentée par M. Duclaux.

« Lorsqu'on examine la terre végétale, on constate que l'azote oxydé sous l'influence des micro-organismes s'y trouve presque en totalité à l'état de nitrates. Les nitrites n'y apparaissent qu'en très minime quantité et d'une façon accidentelle. Il en est de même des nitrières naturelles ou artificielles. Cependant, lorsqu'on introduit les organismes nitrifiants du sol dans les milieux de culture liquides, en usage dans les laboratoires, on est frappé de l'abondance des nitrites qui se produisent alors, conjointement avec les nitrates et souvent à l'exclusion de ces derniers.

» Y a-t-il des organismes ayant des facultés d'oxydation différentes et dont les uns ont une action prédominante suivant les conditions de milieu? Y a-t-il dans la terre des réactions qui transforment les nitrites en nitrates à mesure de leur formation?

» Si l'on fait intervenir, dans les faits qui amènent l'oxydation de l'azote, les données de la Thermochimie, dues à M. Berthelot [1], on constate d'abord que la combinaison de l'azote et de l'oxygène pour former l'acide nitreux, qui se produit avec absorption de chaleur, nécessite l'intervention d'une énergie extérieure et l'on s'explique pourquoi, parmi les organismes du sol, ceux qui sont doués d'aptitudes spéciales peuvent seuls réaliser cette combinaison.

» Mais, une fois le premier stade de l'oxydation obtenu, il semble que la fixation ultérieure d'oxygène, qui doit amener l'acide nitreux à l'état d'acide nitrique, soit facile, par l'intervention de phénomènes purement chimiques ou par l'intermédiaire des organismes ordinaires de la combustion. Il ne faut plus alors, en effet, l'apport d'une énergie extérieure, puisqu'il s'agit de réactions exothermiques énergiques, pouvant se produire sous l'influence de la plus légère excitation.

» On comprend donc que, même si la production des nitrites est la fonction habituelle des agents de la nitrification, on ne retrouve dans la terre que des nitrates, dont la formation serait due à l'oxydation des nitrites et se ferait ainsi en deux étapes, au lieu de se faire d'emblée, comme on pourrait le croire. Ces considérations m'ont conduit à étudier les con-

---

(1) Berthelot, *Mécanique chimique fondée sur la Thermochimie*, t. I, p. 372.

ditions dans lesquelles les nitrites se transforment en nitrates et à les rattacher aux phénomènes naturels.

» La chaux étant la base universellement combinée aux acides qui se forment dans la terre, c'est sur le nitrite de chaux que j'ai opéré. Ce sel, préparé par double décomposition entre le nitrite d'argent et le chlorure de calcium, était employé en solution très étendue (quelques millièmes), c'est-à-dire à un état de dilution voisin de celui qu'il peut avoir dans les liquides du sol.

» *Action directe de l'oxygène.* — On pouvait être tenté d'attribuer la transformation du nitrite en nitrate, au simple contact de l'oxygène, qui est toujours présent dans l'atmosphère du sol. On sait avec quelle avidité l'acide nitreux libre absorbe ce gaz, pour se transformer, par une série de réactions bien connues, en acide nitrique. Mais il n'en est pas de même des nitrites. Dans mes essais, le sel de chaux en solution très étendue, offrant une grande surface au contact de l'air, est resté inaltéré indéfiniment; même après six mois, aucune trace d'oxydation ne s'était produite. Il n'y a donc pas une oxydation directe des nitrites.

» *Action de l'acide carbonique.* — La combustion incessante qui s'exerce au sein de la terre donne naissance à de grandes quantités d'acide carbonique. Ce gaz exerce-t-il une action sur les nitrites? En faisant passer dans une solution étendue de nitrite de chaux de l'acide carbonique pur, obtenu en chauffant du bicarbonate de soude, j'ai constaté que de l'acide nitreux est mis en liberté, entraîné par le courant gazeux et qu'il se forme du carbonate de chaux. Lorsque l'acide carbonique est pur et le courant gazeux rapide, on peut obtenir en très peu de temps cette décomposition, qui devient beaucoup plus lente lorsque l'acide carbonique est dilué dans un gaz inerte.

» L'acide carbonique a besoin d'intervenir en grandes quantités; il agit par sa masse; la réaction tend vers un équilibre sans cesse rompu par le départ de l'acide nitreux et peut donc devenir intégrale.

» *Action simultanée de l'acide carbonique et de l'oxygène.* — Puisque l'acide carbonique met en liberté l'acide nitreux et que ce dernier se combine directement à l'oxygène, on doit s'attendre à voir les nitrites se transformer en nitrates sous l'action de ces deux gaz agissant ensemble. En effet, en faisant passer dans une solution de nitrite de chaux un mélange d'air et d'acide carbonique, analogue à l'atmosphère du sol, le nitrite est oxydé et se transforme finalement en nitrate.

» Le nitrite ne saurait donc longtemps persister dans la terre, puisque

l'acide carbonique et l'oxygène s'y trouvent toujours en contact avec lui. Aussi, en ajoutant du nitrite au sol, le voit-on rapidement disparaître en donnant naissance à du nitrate.

» Pour m'assurer que cette oxydation peut se faire indépendamment des organismes de la nitrification, j'ai incorporé du nitrite de chaux à de la terre qui avait été chauffée pendant une demi-heure à 100°, dans laquelle, par suite, ces organismes si peu résistants étaient tués, mais qui en contenait encore beaucoup d'autres, que cette température ne détruit pas, capables de produire de l'acide carbonique par la combustion de la matière organique.

» Dans ces conditions, l'oxydation du nitrite se produit encore et devient complète en quelques jours.

» Il résulte de ces recherches que la rareté des nitrites dans le sol, qui semble en contradiction avec l'abondance des ferments *nitreux*, tient à l'oxydation rapide des nitrites par l'action simultanée de l'acide carbonique et de l'oxygène, toujours présents dans l'atmosphère confinée entre les particules terreuses.

» On sait que cet acide carbonique est le résultat de la combustion des matières organiques, produite par les organismes nombreux qui peuplent le sol. C'est encore à l'intervention d'êtres inférieurs, mais qui sont différents de ceux de la nitrification, qu'est due l'oxydation finale des nitrites, c'est-à-dire leur transformation en nitrates.

» L'existence des nitrates n'implique donc nullement celle d'un ferment *nitrique* et l'on peut se demander si la fonction générale de ces organismes, qui ont la faculté spéciale de fixer l'oxygène sur l'azote, n'est pas celle de ferments *nitreux*, s'arrêtant à la production des nitrites, dont des réactions ultérieures, auxquelles contribuent l'ensemble des êtres microscopiques vivant dans le sol, achèvent l'oxydation. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Considérations sur les eaux abyssales.* Note de M. J. THOULET.

« L'étude comparée des six cent quatre-vingt-cinq densités absolues d'eaux de mer, c'est-à-dire ramenées à la même température normale (15,56°C.), prises pendant la campagne du *Challenger* et se rapportant à cent huit séries dont chacune s'étend du fond de l'Océan jusqu'à sa surface, la discussion des résultats de sondages profonds obtenus par la *Pola*

en 1890, les diverses théories et expériences relatives à la formation sous-marine des calcaires par voie chimique avec l'intervention nécessaire des êtres vivants, les diverses observations et expériences d'océanographie synthétique dont je m'occupe depuis plusieurs années relativement à la chute des argiles et à l'existence au sein des océans de deux zones superposées d'eaux en repos et d'eaux en mouvement, sont toutes d'accord avec l'hypothèse ci-après.

» La surface océanique, soumise aux variations climatériques, est le siège d'une évaporation et d'un échauffement plus ou moins intenses; les variations qui en résultent dans la densité réelle et dans la composition chimique des eaux ajoutées à l'action mécanique exercée par les vents donnent lieu à des courants marins horizontaux, plus ou moins verticaux, se croisant entre eux ou se superposant avec des vitesses et des directions diverses. Leur ensemble constitue la circulation océanique qui s'effectue tout entière dans une zone superficielle d'une épaisseur voisine de cinq cents brasses.

» Faisant abstraction des divers autres modes de remplissage du bassin océanique, en conséquence de l'évaporation de surface, les substances peu solubles contenues en solution dans les eaux marines et apportées à l'Océan par les eaux douces beaucoup plus dissolvantes atteignent à une certaine profondeur leur limite de solubilité et se précipitent.

» Devenues solides, elles descendent verticalement, pénètrent dans la zone calme, franchissent rapidement et sans se dissoudre les couches intermédiaires tranquilles et parviennent sur le sol sous-marin. Entourées d'eaux immobiles, devenues maîtresses du temps, elles se dissolvent et augmentent la proportion de sels contenus dans la couche d'eau la plus profonde immédiatement en contact avec le sol. Alors intervient la diffusion qui, avec une lenteur extrême, augmente progressivement la salinité des eaux sus-jacentes et en même temps permet aux couches contiguës au sol de n'être point saturées, et par conséquent de continuer à dissoudre les nouveaux matériaux qui leur arrivent sans cesse. Le sol sous-marin est donc une sorte de foyer d'activité chimique alimenté par des phénomènes de surface et rayonnant avec une grande lenteur vers la surface.

» La véritable zone d'activité chimique est immédiatement contiguë au fond et son épaisseur ne dépasse pas une centaine de brasses.

» L'activité chimique du fond, conséquence de la concentration des eaux sus-jacentes, dépend du climat de la surface.

» Des pôles à l'équateur, dans chaque hémisphère, en suivant le fond,

les densités absolues sont variables. Ce fait confirme la non-existence d'une circulation verticale océanique profonde.

» Au fond, en des points extrêmement voisins, la composition chimique de l'eau peut être très différente. Et, dans une même région, les eaux des creux les plus profonds n'ont pas toujours la plus forte densité absolue. Il en résulte que dans l'Océan actuel, au point de vue spécial considéré ici, les dépôts sont localisés; leur répartition, leurs dimensions, leur épaisseur considérable, faible ou nulle, dépendent moins du temps que de circonstances intérieures.

» L'étude des variations de la densité, de l'évaporation, du régime des pluies et des vents à la surface de l'Océan, s'impose. La Météorologie se lie étroitement à l'Océanographie comme l'Océanographie, qui est la Géologie du présent, se lie à la Géologie du passé. »

BOTANIQUE. — *Sur le genre* Royena, *de la famille des Ébénacees*. Note de M. **Paul Parmentier**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences un compte rendu historique, très sommaire, extrait des recherches monographiques et histologiques que je fais en ce moment sur la famille des *Ébénacées* et en particulier sur le genre *Royena*, recherches qui m'ont été suggérées par la lecture d'un très remarquable Mémoire de M. J. Vesque (¹).

» La famille des Ébénacées comprend les genres *Royena, Euclea, Maba, Diospyros* et *Tetraclis*, avec environ 250 espèces.

» J'admets que toutes les espèces du genre *Royena* descendent d'une même souche, d'un seul groupe nodal composé de deux espèces, les *R. lucida* L. et *cordata* E. Mey., adaptées à des conditions moyennes, c'est-à-dire ni trop hélioxérophiles ni trop hélioxérophobes. Ces deux espèces sont probablement variables quant à leurs caractères épharmoniques quantitatifs et essentiellement cultivables, parce que nos moyens de culture ne permettent guère que la réalisation de ces conditions moyennes.

» Ces plantes diffèrent entre elles par la forme des feuilles, l'immergence du faisceau de la nervure médiane chez l'une d'elles et la forme des stomates.

(¹) J. Vesque, *Caractères des principales familles gamopétales, tirés de l'anatomie de la feuille* (*Annales des Sciences naturelles*, 7ᵉ série, t. I, p. 263).

» A ce groupe se rattache directement le *R. sessilifolia* Hiern, particulièrement voisin du *R. cordata* E. Mey. et différant du groupe nodal : 1° par ses fleurs dioïques, toutes les autres espèces connues ayant des fleurs hermaphrodites ou subhermaphrodites; et 2° par son épiderme onduleux. Étant donné que ce dernier caractère est isolé dans le genre et que les épidermes des autres espèces sont très semblables entre eux, surtout quant à l'apparence collenchymatoïde des parois verticales, il convient de lui accorder ici, et exceptionnellement, une valeur plus grande, cela, avec d'autant plus de raison qu'il coïncide avec la dioïcité des fleurs. Cette branche dérivée ne va pas plus loin; aucune des autres espèces du genre ne possède d'affinité plus grande avec le *R. sessilifolia* qu'avec le groupe nodal *lucida-cordata*.

» Les trois plantes que je viens d'étudier ont des feuilles assez grandes, d'aspect ordinaire; mais il n'en est pas de même des autres. Il semble certain que les autres espèces se sont adaptées à la sécheresse par la réduction du système transpirateur des feuilles. Mais, malgré cette similitude, il ne sera pas permis de les faire partir du groupe nodal suivant une seule ligne de différenciation. Une espèce, malgré la réduction de la surface de la feuille, devient héliophobe, perd ses cellules en palissades et ses cristaux d'illumination (1); c'est le *R. glabra* L. (qui n'est pas *glabra* mais *subglabrata*).

» D'un autre côté, j'ai une série de trois espèces microphylles de plus en plus hélioxérophiles, se rattachant manifestement au groupe nodal et formant, à partir du *R. lucida* jusqu'au *R. hirsuta* L., une série insensiblement exagérée dans ses tendances. Il serait possible, à la rigueur, que le *R. glabra* descendît de cette série et non du groupe nodal, à cause de la microphyllie, mais l'inverse est invraisemblable; car, si le *R. microphylla* Eckl. descendait du *R. glabra* L., ce dernier aurait dû préalablement perdre ce qu'il avait acquis, c'est-à-dire l'homogénéité du mésophylle, ce qui l'aurait ramené au groupe nodal. Ce tissu, dans le *R. microphylla*, ressemble, en effet, beaucoup à celui des *R. lucida* et *R. cordata*. D'un autre côté, les trois espèces en question ont des poils subramifiés et elles sont les seules dans ce cas, alors que le *R. glabra* a des poils simples : il est donc presque certain que les deux branches, *glabra* d'une part, *micro-*

---

(1) Grands cristaux ordinairement simples, logés dans le parenchyme en palissades et qui réfléchissent la lumière vers les tissus assimilateurs voisins. La découverte de leur fonction et leur nom sont dus à M. Penzig.

phylla-angustifolia-hirsuta d'autre part, sont indépendantes. Ce fait assure au goupe nodal *lucida-cordata* la position centrale que je lui ai donnée dès le début et de propos délibéré. Il me semble, en effet, qu'il était difficile de procéder autrement.

» Maintenant je considère de plus près la série en question. Le *R. microphylla* est un *R. lucida* microphylle. Le *R. angustifolia* Willd. est un *R. microphylla* héliophile, à fort mésophylle et à palissades beaucoup plus allongées; il pourrait n'en être qu'une variété, puisque son épharmonie est qualitativement la même. Le *R. hirsuta* L. exagère son héliophilie par le mésophylle franchement subcentrique, avec les palissades sur les deux faces de la feuille.

» Il n'est pas possible de faire partir le *R. lycioides* Desf. d'une autre espèce que du groupe nodal *lucida-cordata* : nouvelle et dernière preuve de la position centrale de ce groupe nodal. Ses feuilles sont intermédiaires entre les grandes et les petites, et ici l'histologie vient confirmer aussi nettement qu'on peut le désirer les différences morphologiques. Seul, de tous, il a un style 3-5 fide, au lieu de 2-fide et un ovaire 6-10-loculaire au lieu de 4-loculaire; seul aussi, il a sur les vaisseaux du bois secondaire des ponctuations simples au lieu d'aréolées, et dans ces vaisseaux des diaphragmes scalariformes au lieu de diaphragmes percés simplement d'un trou rond. Nous avons donc affaire à une quatrième branche distincte.

» En somme, autour du groupe nodal *lucida-cordata*, trois branches monotypes : 1° *sessilifolia*, 2° *glabra*, 3° *lycioides* et une quatrième branche composée de trois espèces : *microphylla*, *angustifolia*, *hirsuta*. »

BOTANIQUE. — *Sur un Basidiomycète inférieur, parasite des grains de raisin.* Note de MM. **Pierre Viala** et **G. Boyer**, présentée par M. Duchartre.

« Des phénomènes très particuliers d'altération des grains de raisin, indépendants des parasites actuellement connus, se sont produits, de 1882 à 1885, dans la Bourgogne et ont été constatés, en 1882, dans les vignobles de Thomery. La maladie s'est développée sur des vignes en treille, principalement sur le Frankenthal et les Chasselas. Elle a causé quelques dégâts en 1882; mais, depuis cette époque, elle n'a eu aucune gravité. M. J. Ricaud, qui a appelé notre attention sur elle, ne l'a observée qu'accidentellement dans ces dernières années.

» Cette maladie se développe pendant les années humides, surtout aux

mois de septembre et d'octobre, au moment de la véraison ou lorsque les raisins sont presque mûrs. Les grains présentent d'abord une petite tache sombre sur un point quelconque; cette tache s'étend et devient livide; puis la peau se déprime et s'affaisse sur une étendue égale au plus au tiers de la surface du grain de raisin, qui, mou et juteux, se ride et se dessèche. La partie creusée du raisin est parsemée, avant qu'il soit ridé, de petites pustules isolées et d'un blond doré, qui forment de petits bouquets peu consistants, veloutés, d'une hauteur de 120μ à 200μ.

» Les petits bouquets blonds sont l'organe fructifère du Champignon qui cause l'altération. Le mycélium, très abondant dans toute la pulpe, est très ramifié, cloisonné, à pourtour régulièrement sinueux, à contenu homogène et granuleux. Il est toujours filamenteux, incolore au niveau des pépins, d'un jaune clair vers la peau; il mesure $1\mu,8$ de diamètre. Les branches mycéliennes émergent en grand nombre à l'extérieur du raisin, dans des directions réciproques obliques ou parallèles. Elles éclatent l'épiderme et la cuticule qui forment bordure autour des bouquets blonds; ceux-ci constituent un hyménium filamenteux.

» Les basides portées, à diverses hauteurs, par les nombreuses branches mycéliennes ramifiées à l'extérieur du raisin, forment un ensemble peu consistant et non un stroma dense et continu. Elles sont intercalées avec quelques branches mycéliennes à sommet terminal stérile. La baside termine le filament mycélien; un seul filament peut porter deux ou trois basides, formées par ramification dichotomique, ou alternes à diverses hauteurs, et obliques les unes par rapport aux autres. L'extrémité du tube mycélien, séparée par une cloison, se renfle progressivement. La baside est, par suite, arrondie à son sommet, rétrécie et confondue à sa base avec le mycélium; elle est remplie d'un protoplasma grumeux et vacuolaire d'un jaune brun. Quelques rares basides sont aplaties en forme de raquette. Le diamètre moyen des basides au sommet est de 5μ; leur hauteur jusqu'à la première cloison est de 16μ.

» Sur la surface sphérique du sommet des basides naissent de minuscules stérigmates incolores, sortes de pointes visibles à de forts grossissements. Les spores apparaissent à leur extrémité sous forme de petits boutons blancs; elles sont au nombre assez constant de 6, parfois de 4 ou de 2, plus rarement au nombre de 7, 5, 3. Il n'y a pas fixité normale dans le nombre.

» Les spores mûres sont allongées, cylindriques, arrondies à leurs extrémités. Leur face interne est faiblement curviligne et leur base d'insertion

est légèrement plus arrondie que leur sommet; les stérigmates sont insérés un peu sur le côté de la base de la spore, non loin du centre. Les spores ont une longueur de $6\mu,25$ et un diamètre de $1\mu,5$. Leur membrane est lisse, leur contenu homogène et finement granuleux, leur coloration d'un blond très clair.

» Les caractères particuliers de l'hyménium filamenteux, de la disposition des basides, ceux de la forme, de la coloration et de la variation du nombre des spores, nous autorisent à créer, dans le groupe des *Hypochnées*, un genre pour cette nouvelle espèce parasite, que nous nommons *Aureobasidium Vitis*. Il n'a pas été signalé de parasites dans la famille des Hypochnées et les Exobasidiées diffèrent essentiellement de l'*A. Vitis*. »

GÉOLOGIE. — *Sur un facies particulier du Crétacé dans le massif du Bou-Thaleb* (*Algérie*). Note de M. **E. Ficheur**, présentée par M. Daubrée.

« Les terrains crétacés du massif du Bou-Thaleb (sud de Sétif) présentent un des ensembles les plus complets que l'on puisse observer en Algérie. Les principales assises sont fossilifères, et la division en étages, établie par les remarquables observations de M. Brossard, a été complétée par les recherches de M. Péron.

» Dans l'étude que j'ai faite de cet important massif, pour le service de la Carte géologique, j'ai pu observer en particulier deux faits d'une certaine importance : 1° l'existence de calcaires à rudistes, véritables récifs inclus dans le Cénomanien; 2° la situation stratigraphique, à la base du Sénonien, d'une puissante assise de poudingues, amas caillouteux à facies de dépôts miocènes, qui occupent une position remarquable dans la partie nord du massif.

» I. Le Crétacé inférieur, depuis les premières assises du Néocomien à *Belemnites latus* et Ammonites ferrugineuses, présente une série complète dont la succession a été nettement définie et qui s'étend en pendage inverse sur les deux versants, en formant à l'est un pli anticlinal bien marqué.

» Au-dessus, le Gault se montre concordant sur le versant nord; ses calcaires et marnes, avec un niveau phosphaté, sont caractérisés par une faune d'Ammonites et d'Échinides.

» L'étage cénomanien n'existe bien défini, sur le versant nord, que dans la partie orientale, aux flancs du Djebel Mouessa, principalement au

nord de la maison forestière d'Aïn-Tinzert, à 8^{km} au nord-est de la maison principale de l'Afghan. La superposition des couches est régulière, avec inclinaison constante au nord ; à partir de la maison forestière, on observe :

» 1° Calcaires à Réquiénies et Orbitolines (Rhodanien);

» 2° Gault : calcaires et marnes à *Amm. varicosus*, *Epiaster incisus*, etc.

» 3° Marnes grises et marno-calcaires riches en fossiles (*Ostrea flabellata*, *O. Marmeti*, *O. syphax*, *Trigonia distans*, *Ammon. Mantelli*, *Hemiaster Heberti*, etc.), renfermant en abondance des polypiers, parmi lesquels dominent *Epismilia cornucopia*, *Epism. africana*, *Trochosmilia batnensis*. — Cénomanien bien défini.

» 4° Calcaires durs, blancs, compacts, à stratification inégale, formant un puissant rocher escarpé (kef Malah); ils se montrent formés de débris de rudistes, dont les individus entiers sont difficiles à dégager; quelques spécimens, recueillis sur les pentes, me paraissent se rapporter au genre *Caprinula*.

» 5° Au-dessus, en concordance, alternances marno-calcaires à *Ostrea africana*, *O. Larteti*, *O. Delettrei*, etc., indiquant toujours le Cénomanien.

» Les calcaires 4, puissants au maximum de plus de 80^{m}, forment une zone lenticulaire, d'une étendue de 2^{km} à 3^{km}, atténuée progressivement à l'est et terminée presque brusquement à l'ouest, où les couches 5 viennent se superposer à 3, formant un ensemble puissant de plus de 300^{m}. Ce Cénomanien se rattache au nord aux îlots bien définis de la plaine des Rirha.

» A l'ouest, d'autres îlots semblables de calcaires à rudistes reparaissent au milieu du Cénomanien dans des conditions identiques, qui ne peuvent laisser aucun doute sur l'existence de récifs au sein des dépôts marno-calcaires du Cénomanien.

» II. Au-dessus de ce terrain, et formant couronnement en discordance très nette au kef Abeda, se montrent des poudingues à éléments calcaires et gréseux, qui s'étendent transgressivement sur les couches du Gault et de l'étage rhodanien. Ces poudingues, partiellement démantelés, se développent à l'ouest sur le flanc du kef Makrouge, en discordance sur le Cénomanien, dont les couches arasées s'atténuent peu à peu jusqu'à disparaître.

» Ces conglomérats viennent ainsi se mettre en relation avec le Gault, près de la maison forestière de l'Afghan; cette situation a pu les faire attribuer à la partie supérieure de cet étage, par les précédents observateurs.

» On suit en continuité vers le sud-ouest, ces poudingues puissants, à coloration rouge parfois très accusée, qui traversent en écharpe toute la première chaîne, s'élevant depuis le ravin de l'oued Aras jusqu'à la crête,

qu'ils traversent pour s'étendre au pied de l'arête jurassique. Dans cette zone, on les voit recouvrir successivement les couches du Gault, puis les assises du Crétacé inférieur pour s'appliquer sur le flanc des terrains jurassiques, au nord du village d'Anouel. La superposition directe, avec l'érosion inégale des couches sous-jacentes, que l'on peut observer dans tous les ravins, ne laisse aucune place à l'hypothèse d'une faille de contact. De mes observations résulte l'évidence d'un puissant phénomène d'arasement des assises émergées du Néocomien ou Cénomanien, suivi du transport violent des débris de toutes ces roches qui ont constitué le poudingue. Ces conglomérats rouges s'étendent ici sur plus de 30^{km}; on les retrouve de chaque côté de l'oued Soubella, d'où ils se poursuivent vers l'ouest. Ils se montrent également sur le versant sud, au Foum-Anouel.

» Au-dessus viennent des couches irrégulières de grès et argiles rouges formant passage à une assise de marnes et calcaires, qui se montrent en bancs puissants, d'une stratification remarquable, sur le flanc du Djebel Bou-Iche et sur toute la crête qui forme barrière à l'oued Aras.

» L'âge de ces calcaires est indiqué par les fossiles, assez rares du reste, que j'ai recueillis en plusieurs points, notamment à la crête, à l'est du Djebel Bou-Iche, près de la maison forestière d'Aïn-Tafrint. Entre autres : *Ostrea Matheroni, O. cornu arietis, Natica Gervaisi, Nerita Fourneli, Hemipneustes* n. sp., et un moule de gros Cérithe, variété du *Cerithium Encelades*, de Medjès-el-Fonkani.

» Au nord de la maison forestière de l'Afghan, on trouve : *Ostrea cornu arietis, Natica Gervaisi, Pterocera Fourneli, Pterocera Cotteani*, etc.

» Cette forme établit suffisamment l'âge sénonien de ces calcaires. Il me paraît impossible de voir dans les poudingues sous-jacents et concordants autre chose que la base de la formation sénonienne.

» La discordance avec le Cénomanien, après le démantèlement de ses couches, est l'indice d'une lacune qui explique le retour violent de la mer et la formation des poudingues. Rien ne me paraît représenter l'étage turonien, auquel on a sans doute rattaché les calcaires à rudistes décrits ci-dessus.

» Je puis rapprocher ce fait de l'indépendance du Sénonien et du Cénomanien des observations analogues que j'ai signalées dans la région d'Aïn-Bessem, et que j'ai reconnues comme la règle constante dans la Kabylie de Sétif. La fin du dépôt de la Craie moyenne a donc été marquée en Algérie par la production de phénomènes dynamiques d'une intensité considérable. »

GÉOLOGIE. — *Gisement de néphrite exploité en Chine, dans la chaîne de montagnes de Nan Chan.* Extrait d'une lettre adressée par M. **Martin** à M. Daubrée, en date du 5 janvier 1891.

« A mon retour du Koukou-nor et en traversant la grande chaîne de montagnes de Nan Chan, j'ai fait une curieuse et importante découverte géologique. Il s'agit de la néphrite.

» Depuis quelque temps, j'avais remarqué que les torrents charriaient des roches d'un caractère très différent de celles que j'avais recueillies auparavant. Il y en avait de toutes les couleurs, vert mat, vert d'eau, blanc mat, blanc de lait, et aussi très transparent, jaune de soufre, etc.

» Après maintes recherches que je fis en remontant et descendant le cours de plusieurs torrents, j'arrivai à découvrir, et cela d'une façon tout à fait inattendue, un magnifique filon très bien encaissé au milieu d'une autre roche assez friable. Ce filon, caché au milieu des broussailles, est d'un vert mat; mais, après de minutieuses recherches, je parvins à découvrir la véritable néphrite, aussi belle que celle de Sibérie que M. Alibert vous a rapportée et que j'ai rencontrée à l'ouest du lac Baïkal. C'est à la suite d'une chasse où je tuai un énorme mouflon, lequel, ayant roulé au fond d'un ravin, vint s'abattre parmi les roches que je viens de vous signaler. Plus tard, à la suite de mon séjour dans les villes de Kan tcheou et de In tcheou, j'ai pu me convaincre que l'on faisait un grand commerce de ces pierres.

» En continuant mes explorations géologiques sur le versant nord de la chaîne de montagnes de Nan Chan, j'ai remarqué, presque dans chaque village, un grand nombre de paysans qui travaillent ces pierres et en fabriquent pour l'usage des Chinois des objets dont quelques-uns ont une grande valeur. A Su tcheou, il y en a plusieurs fabriques. Ces roches, de différentes couleurs et d'une grande dureté, se polissent admirablement.

» J'ai réuni une collection géologique intéressante que je continuerai en me rendant à Kachgar, par le Thibet septentrional.

» J'attends de vos nouvelles à Kachgar, où je compte arriver à la fin d'avril 1891. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note rectificative sur un fossile corallien récemment décrit*; Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« L'Académie a bien voulu accueillir dans ses *Comptes rendus* (¹) la description que j'ai eu l'honneur de lui adresser récemment d'un très singulier fossile renfermé dans le calcaire corallien de Verdun et qui semblait indiquer l'existence d'une nouvelle espèce de Cycadée représentée par une feuille séminifère.

» Mon travail ayant été reproduit par le journal *Le Naturaliste*, avec une figure très exactement dessinée, M. le professeur Léon Vaillant a bien voulu appeler mon attention sur la ressemblance du fossile jurassique avec la forme de certains œufs de poissons holocéphales des genres Chimère et Callorhynques.

» L'examen des échantillons que le savant ichthyologiste a mis à ma disposition n'a pas tardé à me convaincre que cette manière de voir est très certainement exacte. La nouvelle interprétation permet même de comprendre nettement certains détails de l'empreinte fossile qui paraissaient sans importance : par exemple des sillons linéaires longitudinaux qui sont certainement les fissures d'entrée et de sortie de l'eau dans l'œuf de poisson.

» On concevra que je m'empresse de rectifier ma méprise, et aussi que je cherche à en atténuer la gravité aux yeux des personnes qui ne sont pas spécialisées dans la matière. Il me suffira pour cela de faire remarquer que mon cas n'est pas isolé et que je partage ici une fortune commune avec des paléontologistes éprouvés.

» Il se trouve en effet, par une coïncidence des plus curieuses, que sur la planche même où Auguste Duméril a, dans l'Atlas de son *Ichtyologie*, dessiné un œuf de Chimère, se trouve également la représentation de l'œuf spiralé de l'*Heterodon Philippi*. Or, on peut voir, en tête du récent volume relatif à la flore fossile de Commentry (²), comment MM. B. Renault et R. Zeiller reconnaissent avoir publié comme végétal et sous le nom de *Fayolia* un vestige qui est évidemment un œuf de Chondroptérygien, très voisin de l'Hétérodonte.

(¹) T. CXII, p. 356; 9 février 1891.
(²) Saint-Étienne, in-8°; 1890.

» En tous cas, il est évidemment nécessaire de constituer pour l'empreinte de Verdun un genre nouveau parmi les poissons cartilagineux. Je propose de substituer au nom primitivement donné celui de *Vaillantoonia;* l'espèce s'appellera donc *V. Virei.* »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Découverte d'un squelette humain contemporain des éruptions volcaniques quaternaires du volcan de Gravenoire (Puy-de-Dôme).* Note de MM. **Paul Girod** et **Paul Gautier**, présentée par M. de Quatrefages.

« La carrière de la Brenne s'enfonce dans le flanc est-nord-est du volcan de Gravenoire, entamant les scories sur une longueur de 20^m, atteignant 50^m en profondeur. La superposition des couches est la suivante :

Terre végétale et éboulis	m 1,20
Scories remaniées et stratifiées	1,20
Scories en place, à gros éléments	3
Lit de cendres noires avec nodules d'argile	0,30
Argiles jaunes provenant des granits	0,80 à 1^m
Scories de fond, à éléments moyens	4
Arkoses de base.	

» Dans le fond de la carrière, d'énormes paquets de lave forment la base des scories à gros éléments et reposent sur les argiles qui, à leur contact, ont été transformées par la chaleur et ont une teinte rouge-brique caractérisée. Partout où ces paquets manquent, on trouve le lit de cendres noires et les tranchées montrent, dans ce lit, des nodules provenant de l'argile inférieure, emballés et enveloppés par les éléments scoriacés. Il semble possible d'admettre que, sur ce point, les argiles, qui séparent les deux couches de scories, marquent une phase de repos entre deux éruptions successives. Dans ce cas, les cendres auraient balayé la surface de l'argile, étant peut-être à l'état boueux, et auraient entraîné avec elles les parties superficielles de l'argile avec les débris qu'elles supportaient.

» Une des dernières tranchées a intéressé largement ces cendres et les argiles. C'est au contact de ces deux couches que le chef d'exploitation, M. J. Bouquel, de Beaumont, a mis à découvert des fragments d'un crâne humain et quelques débris osseux. Avertis, nous nous rendîmes sur les

lieux pour relever la position exacte de ces débris. Mais le service du chemin d'accès de la carrière avait nécessité le remblaiement de la tranchée et nous dûmes entreprendre d'importants travaux pour déterminer avec exactitude l'emplacement du squelette.

» Un puits carré, de 3^m de côté, fut largement ouvert, perpendiculairement à la tranchée; il traversa toutes les couches indiquées, depuis la terre végétale jusqu'aux argiles, atteignant une profondeur de $5^m,80$. La couche des scories est très compacte, résistante à la pioche, formée superficiellement d'éléments rougeâtres qui passent à des lapilli noirs et à une couche de cendres avec nodules argileux. Le travail d'extraction est difficile et les parties délicates des ossements sont brisées par le choc des grosses pioches des carriers : aussi avons-nous recueilli beaucoup de fragments. Seuls, les os des membres offrent assez de résistance pour être extraits par portions plus volumineuses. Nous avons pu, par la découverte de la portion importante d'un radius, déterminer d'une façon exacte l'emplacement du squelette et, dans l'espoir de compléter le plus largement possible nos trouvailles, nous avons fait poursuivre la fouille dans un rayon de 2^m autour de ce point déterminé.

» Les débris du squelette étaient donc placés dans le lit de cendres, reposant sur les argiles, occupant une situation analogue à celle des nodules voisins. Les racines des châtaigniers centenaires qui couvrent la montagne s'intercalent entre les scories et pénètrent la couche de leurs fines ramifications.

» Les fragments relevés sont les suivants :

» *Crâne :* fragments des pariétaux, du frontal, des rochers, de l'occipital. Ces os ont une épaisseur considérable qui atteint 5^{mm} et même 8^{mm} maximum, et une grande légèreté.

» *Humérus droit :* extrémité inférieure. — *Humérus gauche :* même partie avec portion importante de la diaphyse; pas de perforation dans la fosse olécranienne.

» *Cubitus droit :* olécrâne et deux tiers supérieur de la diaphyse; cette partie offre l'incurvation accentuée en avant signalée par Testut dans le squelette de Chancelade.

» Divers débris de côtes, parcelles nombreuses.

» Tous ces os ont des dimensions petites; aucune portion ne se rapporte aux os des membres inférieurs.

» L'étude du gisement, faite avec la plus scrupuleuse attention, éloigne toute idée d'un remaniement des scories profondes par des phénomènes

d'érosion. La couche de scories remaniées est superficielle et la position des paquets de lave sur les argiles cuites ne laisse aucun doute sur leur position. De même, on ne peut admettre l'idée d'une exploitation ancienne ayant entraîné l'enfouissement d'un carrier sous un éboulement; les remaniements dus à la main de l'homme laissent des traces trop évidentes dans les couches de scories, et, sur ce point, il est impossible de constater de semblables traces. Ces ossements sont bien en place, dans des couches non remaniées, et affirment la contemporanéité de l'homme et des éruptions du volcan de Gravenoire.

» Est-il possible de fixer une date à ces éruptions et de rattacher du même coup ces débris squelettiques à une des grandes divisions du paléolithique? Pommerol, qui s'est occupé de l'*âge du volcan de Gravenoire*, place l'émission des coulées laviques « entre les deux époques glaciaires », mais nous réservons nos conclusions, désirant apporter des données indiscutables dont l'exposé sera le complément de cette Communication. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches chimiques et physiologiques sur les sécrétions microbiennes. Transformation et élimination de la matière organique par le bacille pyocyanique.* Note de MM. **A. Arnaud** et **A. Charrin**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une Note précédente ([1]), nous avons fait connaître les transformations que subit la matière organique (asparagine) sous l'influence vitale du bacille pyocyanique. Nous avons étudié le mode d'élimination de l'azote; il reste, entre autres choses, à établir l'emploi du carbone de cette asparagine.

» Le poids du carbone du liquide de culture est, au départ, de $1^{gr},600$ par litre, quantité correspondant aux 5^{gr} d'asparagine employée. Le dosage direct de CO^2 dégagé, pendant les quinze jours de l'évolution du microbe, a donné des chiffres se rapprochant, en moyenne, de ceux qu'il est possible de calculer, en tenant compte du carbone fixé dans le protoplasma microbien, et de celui qui entre dans la composition des substances de sécrétions, substances non encore déterminées, constituant le résidu fixe. Les résultats des analyses peuvent se résumer ainsi.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII.

Quantités respectives des substances élaborées aux dépens de la matière organique (élimination du carbone).

Carbone total dans 1^{lit} de culture...............	1^{gr},600
Carbone dégagé à l'état d'acide carbonique......	1^{gr},160 ou 72,5 pour 100
Carbone combiné dans le protoplasma microbien.	0,221^{mgr} ou 13,8 pour 100
Carbone des substances solubles, fixes, produits de sécrétion non déterminés ([1]).............	0,216^{mgr} ou 13,5 pour 100
Carbone en combinaison dans des produits secondaires, pyocyanine, méthylamine, et perte à l'analyse..................................	0,003^{mgr}

» La détermination de l'oxygène fixé par le bacille présente de l'intérêt. Nos expériences n'ont pas, jusqu'ici, donné des résultats absolument concordants. Pour aboutir à des données précises, nous avons entrepris des dosages par des méthodes différentes. Cependant les analyses, d'accord avec le calcul, montrent que cette quantité d'oxygène absorbée est en rapport avec la proportion de CO^2 qui a pris naissance; elle peut être évaluée à une fois et demie à deux fois le volume de la culture.

» Dans le vide, l'évolution se fait mal; CO^2 ne permet aucun développement. Dans l'hydrogène, on note une assez grande activité, l'ammoniaque se forme; nous n'avons pas encore étudié par quel mécanisme.

» Nous avons complété nos recherches en faisant varier le milieu. Au lieu d'utiliser l'asparagine, nous avons pris la gélatine, plus complexe comme constitution, en ayant soin d'ajouter les sels nutritifs nécessaires. La courbe d'élimination de la matière azotée est alors plus régulière qu'avec l'asparagine ([2]); il semble que la diastase du bacille n'intervient pas et que ce bacille assimile directement les éléments de la gélatine.

» Les résultats se résument dans le Tableau suivant :

	gr
Azote total au départ de la culture, le 30 mars 1891..................	0,757
Azote éliminé à l'état d'ammoniaque, le 3 avril, 90 heures, après le départ.	0,1344

([1]) L'extrait sec à 100° d'un litre de culture, après évolution du bacille, est de 1^{gr},070. Le même extrait, filtré à la bougie, est de 0^{gr},650. La différence, 0^{gr},420, peut être considérée comme le poids du microbe. La matière minérale atteignant 0^{gr},320, on en déduit le poids des matières de sécrétions, fixes, non déterminées, égal à 0,330 pour 1000.

([2]) *Voir* le diagramme qui accompagne la Note du 6 avril 1891.

Le 7	avril,	196	heures après le départ	....	0gr,3444
Le 9	»	234	»	....	0,4564
Le 14	»	360	»	....	0,5124
Le 16	»	420	»	....	0,5272
Le 21	»	528	»	....	0,530

» A partir de ce moment (22e jour), l'ammoniaque n'augmente plus. Dans un pareil milieu l'azote, éliminé à l'état d'ammoniaque, est donc de 70 pour 100 de l'azote total, au lieu de 91 pour 100 dans la culture à l'asparagine. D'un autre côté, on observe que le poids des microbes est plus considérable; il est, par litre, de 0,990 (0,420 dans le bouillon à l'asparagine); le poids des matières organiques solubles fixes atteint 0,495 (0,330 dans la culture à l'asparagine). On peut conclure que, pour étudier ces derniers principes de sécrétion, si intéressants au point de vue physiologique, il sera préférable d'employer le milieu à la gélatine. Dans ce cas, la formation de la pyocyanine est presque nulle.

» Malgré l'absence de ce pigment, les produits spéciaux, l'expérience le démontre, sont actifs. Sur les indications de M. Bouchard nous avons recherché leurs actions. Ne pouvant, pour le moment, les étudier isolément, nous avons eu recours à la méthode suivie par cet auteur mesurant la toxicité des urines. Grâce à des procédés physiques de dissociation, ces produits ont été séparés en trois groupes ([1]) : parties volatiles, parties insolubles dans l'alcool, parties solubles dans l'alcool; soit trois extraits.

» Une propriété très nette caractérise le premier, celui des parties séparées par distillation. Cet extrait agit sur les vaso-moteurs, paralyse le centre dilatateur, resserre les vaisseaux, toutefois passagèrement.

» Introduites dans l'organisme du lapin, les matières du second extrait, reprises par l'eau ou la glycérine, déterminent de la diarrhée, de la fièvre, de l'albuminurie, des hémorrhagies; elles font fléchir la résistance des vaccinés, s'opposent à la diapédèse, altèrent les tissus. La chaleur diminue leur toxicité. A dose infime, cette toxicité est non appréciable, tandis qu'on constate le pouvoir vaccinant. Ce second extrait renferme les sécrétions les plus importantes; il est toxique et vaccinant; on peut cependant diminuer ses effets nuisibles, grâce à la température, aux petits volumes, en conservant ceux qui sont utiles. Il n'y a pas parallélisme absolu entre ces deux propriétés.

([1]) Cette division en groupes renferme naturellement les principes volatils et la diastase qui sont compris dans les matières dont il est question.

» Quant au troisième extrait, il fait apparaître des convulsions, et, si l'animal ne succombe pas immédiatement, le plus souvent il se rétablit définitivement, tandis qu'il devient de plus en plus malade, si, sans aller jusqu'à la dose mortelle, on s'est servi des principes insolubles; ce troisième extrait élève parfois la température, jamais il ne rend réfractaire, pas plus que le premier. En sorte qu'il y a des substances microbiennes qui sont morbifiques, et non vaccinantes.

» Nous devons ajouter que les principes ordinaires de la vie des bactéries, tels que l'ammoniaque, devenant par trop abondants, pourront entrer en ligne de compte dans la mesure de la toxicité.

» Les diverses propositions avancées sont justifiées chacune par de nombreuses expériences. »

M. J. **Teguor** adresse une Note sur divers sujets de Mathématiques.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

ERRATA.

(Séance du 11 mai 1891.)

Note de M. *Léon Vaillant*, Sur la délimitation des zones littorales :

Page 1040, dernière ligne, *au lieu de* basses mers minimums, *lisez* basses mers maximums.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MAI 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la série camphénique ; par* MM. **Berthelot** et **Matignon**.

« La série camphénique, c'est-à-dire la série des carbures isomères de l'essence de térébenthine et générateurs du camphre et du bornéol, est l'une des plus intéressantes de la Chimie organique : non seulement parce qu'elle comprend un grand nombre d'essences et de principes naturels, mais en raison de la multitude des cas d'isomérie qu'elle manifeste et à cause de ses relations avec la série grasse, dont elle dérive directement par synthèse et condensation des carbures amyliques

$$2C^5H^8 = C^{10}H^{16}$$

et avec la série aromatique, dans laquelle elle se transforme aisément par perte d'hydrogène :

$$C^{10}H^{16} - H^2 = C^{10}H^{14}.$$

» Parmi ses caractères, l'un des plus remarquables réside dans l'existence de deux ordres de carbures fondamentaux, tous deux représentés par une formule commune $C^{10}H^{16}$, mais distincts par leur capacité de saturation relative : les uns fournissant des monochlorhydrates, des hydrates (bornéols) et des hydrures correspondants $C^{10}H^{16}.HCl$, $C^{10}H^{16}.H^2O$, $C^{10}H^{16}.H^2$; les autres, des dichlorhydrates, des hydrates (terpines) et des hydrures congénères $C^{10}H^{16}.2HCl$, $C^{10}H^{16}.2H^2O$, $C^{10}H^{16}.2H^2$.

» Cette double série a été l'objet, entre autres, de nombreux travaux de l'un de nous, qui a découvert les deux hydrures, réalisé la synthèse du camphre et du bornéol et caractérisé le carbure fondamental typique de chaque série, c'est-à-dire le camphène cristallisé, générateur du groupe monovalent, et le terpilène, générateur du groupe divalent.

» Les relations entre ces deux carbures et les essences naturelles de même composition méritent une attention particulière. Certaines essences naturelles, en effet, telles que l'essence de citron, appartiennent nettement au type du terpilène et elles engendrent immédiatement le dichlorhydrate. Au contraire, l'essence de térébenthine et ses congénères fournissent à volonté, et suivant les conditions spéciales du traitement, soit le monochlorhydrate, soit le dichlorhydrate.

» Le térébenthène peut d'ailleurs, par des traitements convenables, être transformé en isomères d'un type tout à fait déterminé, soit monovalent, comme le camphre, soit bivalent, comme l'isotérébenthène. D'après ces faits, il semble que le type moléculaire de ce carbure naturel ne soit pas encore fixé dans son état actuel, mais qu'il le devienne seulement par l'acte même de la combinaison qui forme soit le monochlorhydrate, soit le dichlorhydrate. Les formules dites atomiques actuelles, fondées sur des représentations purement statiques, soit dans le plan, soit dans l'espace, sont impuissantes à exprimer une semblable constitution, facile cependant à concevoir *a priori*, et qui pourrait répondre à un certain état de mobilité relative des atomes ou molécules élémentaires, ces molécules n'étant pas assujetties à des liaisons constantes, comme dans les types à constitution définie. Une telle mobilité implique une réserve exceptionnelle d'énergie actuelle ou force vive.

» Nous avons cru intéressant de soumettre ces vues au contrôle des méthodes thermochimiques, plus propres qu'aucune autre à manifester et à mesurer les travaux moléculaires et les variations d'énergie des systèmes. Nous avons trouvé, en effet, que l'essence de térébenthine renferme notablement plus d'énergie que ses isomères à type déterminé du type mono-

valent ou du type divalent, lesquels ne diffèrent, au contraire, que peu sous ce rapport. Les deux isomères à type fixe suivent, à cet égard, la relation ordinaire des isomères de même fonction, tandis que leur générateur commun à type non fixé s'en écarte d'une façon considérable. Ce n'est pas tout : la formation des deux chlorhydrates, à partir des types fixés, se fait avec des dégagements de chaleur proportionnels; tandis que la transformation du térébenthène en chlorhydrates répond à une perte d'énergie plus grande, contenant une dose supplémentaire, laquelle répond précisément au changement du carbure à constitution mobile en types désormais invariables : la comparaison des données thermiques observées dans la combinaison confirme donc les données qui résultent de l'étude des carbures libres.

» Voici les faits sur lesquels repose la théorie précédente, théorie dont le principe a été déjà signalé par l'un de nous il y a vingt-cinq ans et plus.

» I. Térébenthène : $C^{10}H^{16} = 136^{gr}$. — On a préparé par rectification méthodique du térébenthène aussi pur que possible; puis on en a mesuré la chaleur de combustion dans la bombe calorimétrique.

» On a trouvé, pour une molécule,

» *Chaleur de combustion :*

$$C^{10}H^{16}\text{ liq.} + 28\,O = 10\,CO^2 + 8\,H^2O \ldots \quad +1488^{Cal},6 \text{ à v. c.}; \quad +1490^{Cal},8 \text{ à p. c.}$$

D'où résulte,

» *Chaleur de formation :*

$$C^{10}(\text{diamant}) + H^{16} = C^{10}H^{16}\text{ liquide} \ldots\ldots \quad +4^{Cal},2; \text{ gaz } -5^{Cal},2$$

» II. Citrène : $C^{10}H^{16} = 136^{gr}$. — Récemment purifié par M. Bouchardat à notre intention.

» *Chaleur de combustion :*

$$C^{10}H^{16}\text{ liq.} + 28\,O = 10\,CO^2 + 8\,H^2O \ldots \quad +1471^{Cal},1 \text{ à v. c.}; \quad +1473^{Cal},3 \text{ à p. c.}$$

» *Chaleur de formation :*

$$C^{10}(\text{diamant}) + H^{16} = C^{10}H^{16}\text{ liquide} \ldots \quad +21^{Cal},7; \text{ gaz } +12^{Cal},2$$

» La chaleur de combustion du citrène est sensiblement la somme de celle du cymène, déterminée par M. Stohmann (+ 1401,6), et de celle de l'hydrogène (+ 69) : d'où il résulte que l'union du cymène avec l'hydrogène, pour former le citrène, ne dégagerait pas de chaleur. Cette réaction est donc très différente de la formation de l'hydrure d'éthylène (et hydrures

analogues) au moyen de l'éthylène et de l'hydrogène, laquelle constitue une véritable combinaison exothermique et réalisable par synthèse directe, d'après les expériences de l'un de nous. Ainsi le citrène et ses isomères ne sont pas, en réalité, les hydrures des cymènes, et ils n'appartiennent pas à la série aromatique, dont on leur attribue souvent, mais à tort, les formules développées. Mais ils se transforment dans cette série, comme les corps de la série grasse en général, d'autant plus aisément que le changement répond à un phénomène thermique nul dans le cas présent, et qui s'élève même à un dégagement $+ 18^{Cal}$, dans le cas du térébenthène, ainsi qu'il va être dit.

» III. CAMPHÈNE. — Rappelons ici les mesures de MM. Berthelot et Vieille [1] sur ce carbure d'hydrogène.

» *Chaleur de combustion :*

$$+ 1466^{Cal},9 \text{ à v. c.}; \quad + 1467^{Cal},8 \text{ à p. c.}$$

» *Chaleur de formation :*

$$C^{10}H^{16} = C^{10}H^{16} \text{ cristallisé} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 22^{Cal},8$$

» Dans l'état liquide, ce chiffre serait diminué de la chaleur de fusion, probablement 3 à 4^{Cal}.

» Il résulte de ces données que le citrène et le camphène ont des chaleurs de formation voisines de $+ 22^{Cal}$ et peu différentes, comme il arrive en général pour les isomères de constitution voisine; tandis que le térébenthène est formé à l'état liquide avec un dégagement de $+ 4^{Cal},2$, au lieu de $+ 21^{Cal},7$.

» Sa transformation dans le type du citrène dégage donc $+ 17^{Cal},5$, et dans le type du camphène $+ 18^{Cal},6$: à peu près le même chiffre. Cette perte d'énergie est très considérable, car elle surpasse celle qui répond à la réunion de 2 molécules en une seule par polymérisation, dans le cas de l'amylène, par exemple, changé en diamylène ($+ 11^{Cal},8$ état liquide).

» Ce grand dégagement de chaleur ne répond cependant ni à une polymérisation, ni à un changement de fonction chimique, mais à un accroissement de stabilité d'un système : le poids moléculaire demeure identique, mais les liaisons des parties deviennent plus étroites et mieux déterminées. Bref, cette chaleur représente surtout une réserve d'énergie accumulée

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. X, p. 454.

dans le térébenthène et qui se dissipe, au moment où il passe soit à l'état de citrène, soit à l'état de camphène.

» Nous allons manifester cette dissipation d'énergie d'une façon décisive, en étudiant les chlorhydrates dont la formation la détermine.

» IV. Chlorhydrate de camphène : $C^{10}H^{16}.HCl$: $172^{gr},5$. — Ce chlorhydrate a été préparé au moyen du camphène cristallisé, par M. Bouchardat, à notre intention. Il a été brûlé dans la bombe avec les précautions que nous avons décrites pour les composés chlorés.

» *Chaleur de combustion :*

$C^{10}H^{16}.HCl + 28O = 10CO^2 + 8H^2O + HCl$ ét. : $+1467^{Cal},6$ à v. c.; $+1469^{Cal},8$ à p. c.

» *Formation par les éléments :*

$C^{10} + H^{17} + Cl = C^{10}H^{17}Cl$ cristallisé ..... $+64^{Cal},5$
$C^{10} + H^{16} + HCl$ gaz $= C^{10}H^{17}Cl$ cristallisé ..... $+42^{Cal},5$

» *Formation avec le camphène cristallisé :*

$C^{10}H^{16}$ crist. $+ HCl$ gaz $= C^{10}H^{16}.HCl$ cristallisé. $+21^{Cal},7$

Valeur analogue à la formation du chlorhydrate d'amylène :

C^5H^{10} liquide $+ HCl$ gaz $= C^5H^{10}.HCl$ liquide.. $+17^{Cal},6$

» V. Dichlorhydrate de terpilène : $C^{10}H^{16}.2HCl = 209^{gr}$. — Ce dichlorhydrate a été préparé avec le citrène; il est, comme on sait, privé du pouvoir rotatoire.

» *Chaleur de combustion :*

$C^{10}H^{16}.2HCl + 28O = 10CO^2 + 8H^2O + 2HCl$ ét. : $+1465^{Cal},5$ à v. c.; $+1467^{Cal},7$ à p. c.

» *Formation par les éléments :*

$C^{10} + H^{18} + Cl^2 = C^{10}H^{18}Cl^2$ cristallisé.... $+105^{Cal},9$
$C^{10} + H^{16} + 2HCl$ gaz $= C^{10}H^{18}Cl^2$ cristallisé.... $+61^{Cal},9$

» *Formation avec le citrène liquide :*

$C^{10}H^{16}$ liq. $+ 2HCl$ gaz. $= C^{10}H^{16}.2HCl$ cristallisé. $+40^{Cal},2$

» La moitié de ce chiffre, soit $+20^{Cal},1$, répond à la fixation d'un équivalent d'acide chlorhydrique : cette valeur est fort voisine de la chaleur de formation du monochlorhydrate de camphène $+21^{Cal},7$; c'est-à-dire que la chaleur dégagée avec les deux carbures monovalent et bivalent est

à peu près proportionnelle à l'acide chlorhydrique fixé, comme il arrive en général pour les réactions comparables.

» VI. Chlorhydrate de térébenthène cristallisé $C^{10}H^{16}.HCl = 172^{gr},5$. — Ce chlorhydrate a été préparé par l'action directe du gaz chlorhydrique sur le térébenthène.

» *Chaleur de combustion :*

$$C^{10}H^{16}.HCl + 28O = 10CO^2 + 8H^2O + HCl \text{ étendu} \left\{ \begin{array}{l} + 1467^{Cal},0 \text{ à v. c.} \\ + 1469^{Cal},2 \text{ à p. c.} \end{array} \right.$$

» *Formation par les éléments :*

$$C^{10} + H^{17} + Cl = C^{10}H^{17}Cl \text{ cristallisé} \ldots\ldots\ldots\ldots + 65^{Cal},1$$
$$C^{10} + H^{16} + HCl = C^{10}H^{17}Cl \text{ cristallisé} \ldots\ldots\ldots\ldots + 43^{Cal},1$$

» C'est sensiblement la même chaleur de formation que celle du chlorhydrate de camphène, isomère de même type.

» *Formation par le térébenthène liquide :*

$$C^{10}H^{16} \text{ liq.} + HCl \text{ gaz.} = C^{10}H^{16}.HCl \text{ cristallisé} \ldots\ldots + 38^{Cal},9$$

» La chaleur dégagée ici est presque double de la chaleur de formation du même type de chlorhydrate, à partir du camphène : soit $+ 21^{Cal},7$. Mais, dans le cas du térébenthène, elle se compose de deux parties : l'une répondant au changement de type qui amène le térébenthène à la constitution du camphène, soit $+18^{Cal},6$ d'après la chaleur de combustion; l'autre, à la formation même du chlorhydrate, soit $+38,9 - 18,6 = + 20^{Cal},3$. La concordance de cette valeur avec la chaleur de combinaison du camphène et du gaz chlorhydrique, directement mesurée, $+ 21^{Cal},7$, vérifie notre hypothèse.

» Nous avons cru utile de pousser plus loin cette discussion, en étudiant la réaction directe du gaz chlorhydrique sur le citrène et sur le térébenthène.

» L'étude thermique de cette réaction est plus difficile et plus compliquée que celle des chaleurs de combustion des chlorhydrates tout formés. En effet, la combinaison du gaz chlorhydrique avec les carbures liquides, tels que le citrène et le térébenthène, n'est pas instantanée. Rapide au début, elle se ralentit de plus en plus, de façon à rendre difficile l'observation calorimétrique de sa terminaison. En outre, les chlorhydrates formés ne sont pas uniques, comme avec le camphène; mais il se forme plusieurs isomères simultanément, dont certains liquides; de telle sorte que

l'apparition des chlorhydrates cristallisés a lieu seulement vers la fin des opérations et demeure toujours partielle.

» Ces faits ont été étudiés par l'un de nous, il y a près de quarante ans; ils ont donné lieu à des observations curieuses sur le changement des types moléculaires de combinaison, et particulièrement à la découverte de la formation directe du dichlorhydrate avec le térébenthène.

» Malgré ces complications, l'étude thermique de la saturation progressive du citrène et du térébenthène par le gaz chlorhydrique n'en offre pas moins un grand intérêt, pour la discussion des phénomènes généraux de la combinaison chimique.

» VII. SATURATION DU CITRÈNE PAR LE GAZ CHLORHYDRIQUE. — Cette saturation est lente; la combinaison, d'abord rapide, exigeant ensuite un temps de plus en plus considérable, de telle façon que, vers la fin, la chaleur observée résulte à la fois d'une simple dissolution gazeuse et d'une combinaison proprement dite, surtout lorsqu'on dépasse 1 équivalent d'acide chlorhydrique.

Première expérience (saturation successive).

		Chaleur rapportée à 1 équivalent HCl.
Première action (48 minutes) $C^{10}H^{16}$	+0,489 HCl fixé	^{Cal} +19,8
Intervalle 40 minutes.		
Deuxième action (43^m). De nouveau	+0,379 HCl fixé	+18,2
Intervalle 3^h.		
Troisième action (48^m). De nouveau	+0,129 HCl fixé	+15,9
Total	+0,997 HCl	+18,7
Intervalle 3 jours.		
Quatrième action (31^m). De nouveau	+0,143 HCl fixé	+11,2

» On voit que la combinaison se ralentit et qu'au delà de 1 équivalent elle devient trop lente pour permettre d'en discerner les effets, qui semblent tendre à se confondre avec ceux de la dissolution proprement dite.

Deuxième expérience (saturation immédiate).

» Dans une autre expérience, on a poussé la saturation immédiate jusqu'au point où l'absorption était devenue très lente.

Durée 72^m $C^{10}H^{16}$....... + 0,849 HCl +18^{Cal},8

» Ce résultat, concordant avec celui de l'expérience précédente pour la

même période, montre que, jusque vers le premier équivalent de HCl, la combinaison est à peu près immédiate; aucun dégagement de chaleur sensible n'ayant eu lieu pendant les quelques heures de conservation du système, au moins jusqu'à ce terme.

» Tout demeure ainsi liquide et ce n'est que par un courant très prolongé que l'on parvient au dichlorhydrate.

» Pour comparer la chaleur de formation de ce dernier avec celle du monochlorhydrate de citrène, nous avons mesuré la chaleur de dissolution du dichlorhydrate cristallisé dans le citrène. On a dissous d'abord 5^{gr} de dichlorhydrate dans 56^{gr} de citrène, à $12^{\circ},5$, ce qui a absorbé, pour une molécule, $C^{10}H^{16}.2HCl$: $-4^{Cal},7$; puis dans cette liqueur on a dissous encore 10^{gr} de dichlorhydrate; d'où, toujours pour une molécule : $-4^{Cal},6$.

» Si l'on observe que d'après nos déterminations par combustion

$$C^{12}H^{16}\text{ liq.} + 2HCl\text{ gaz} = C^{10}H^{16}.2HCl\text{ cristallisé} \ldots\ldots \quad +40^{Cal},2$$

on voit que la formation du dichlorhydrate dissous dans le citrène dégagerait $+40,2-4,6=+35^{Cal},6$.

» L'union du deuxième équivalent de HCl avec le monochlorhydrate, dans l'état liquide, dégage donc $+35,6-18,7=+16^{Cal},9$; c'est-à-dire un chiffre voisin du premier, mais un peu plus faible. Dans l'état cristallisé : $+21^{Cal},5$, en raison du changement d'état.

» Ces valeurs concordent donc avec celles qui sont déduites des chaleurs de combustion.

» VIII. SATURATION DU TÉRÉBENTHÈNE PAR LE GAZ CHLORHYDRIQUE.

Première expérience (saturation successive).

		Pour HCl fixé. Cal
Première action (37 minutes), $C^{10}H^{16}$.	$+0,15HCl$	$+19,7$
Intervalle, 2^h30^m.		
Deuxième action (35^m), on ajoute...	$+0,23HCl$	$+18,0$
Intervalle, 21^h.		
Troisième action (51^m), on ajoute...	$+0,29HCl$	$+23,2$
Intervalle, 4^h.		
Quatrième action (53^m), on ajoute...	$+0,21HCl$ (prise en masse)	$+36,7$
Total......	$+0,88HCl$	$+24,3$

» Dans l'état final, d'ailleurs, on obtient à la fois un chlorhydrate cris-

tallisé et un chlorhydrate liquide, en proportions comparables. Le chiffre $+24^{\text{Cal}},3$ répond à ces deux composés à la fois.

Deuxième expérience (saturation immédiate).

Première action (37 minutes), $C^{10}H^{16}$.	$+0,68$ HCl		$+23^{\text{Cal}},7$
Intervalle, 20^{m}.			
Deuxième action (48^{m}), on ajoute...	$+0,24$ HCl	(prise en masse)	$+41,2$
Total......	$+0,92$ HCl		$+28,3$

» Si le dernier chiffre $+28^{\text{Cal}},3$ est supérieur à $+24^{\text{Cal}},3$, c'est probablement à cause de la chaleur perdue par le calorimètre, chaleur qui a continué à se dégager dans les intervalles de vingt-cinq heures qui ont séparé les saturations successives de la première expérience.

» Pour compléter ces comparaisons, nous avons mesuré la chaleur de dissolution du monochlorhydrate de térébenthène cristallisé dans le térébenthène. Nous avons trouvé :

$56^{\text{gr}},8$ dans 150^{gr} de carbure, pour une molécule $C^{10}H^{16}.HCl$.	$-0^{\text{Cal}},7$
15^{gr} dans 150^{gr}..	$-0^{\text{Cal}},8$

» Ce nombre est faible et montre que le grand dégagement de chaleur qui a lieu au moment de la cristallisation, ne résulte pas essentiellement de celle-ci; même en tenant compte de ce fait qu'elle pourrait s'étendre non seulement au chlorhydrate formé actuellement, mais en outre à une portion du chlorhydrate formé pendant les saturations précédentes. En raison de la grandeur de la chaleur dégagée, on est obligé de faire intervenir aussi un changement d'état moléculaire particulier, pour expliquer l'excès de

$$+28^{\text{Cal}},3-21^{\text{Cal}},7=+6^{\text{Cal}},3$$

sur la formation du chlorhydrate de camphène, mesurée d'autre part au moyen du camphène préexistant. Cet excès résulte précisément de la transformation du térébenthène en camphène. Si elle était totale, l'excès pourrait monter jusqu'à $+18^{\text{Cal}}$; mais une partie seulement du térébenthène se change en chlorhydrate de camphène; le surplus formant des chlorhydrates isomériques d'un type différent. Le moment où la production du chlorhydrate de camphène commence à se développer est d'ailleurs manifesté très nettement dans les expériences ci-dessus : il répond au dernier quart de la combinaison, et à un dégagement de $+36^{\text{Cal}},7$ dans

la première série; de $+41^{Cal},2$ dans la seconde. Ces chiffres sont voisins des $+38^{Cal},9$ obtenues par l'étude directe (chaleur de combustion) du chlorhydrate déjà formé. Cette proportion s'accroît d'ailleurs avec le temps; mais son accroissement tombe alors en dehors des mesures calorimétriques.

» L'ensemble de ces observations jette un jour nouveau sur la combinaison chimique, et sur cette vérité fondamentale que la valence ou atomicité ne préexiste pas d'une façon absolue dans les éléments ou composants d'une combinaison; mais la valence se manifeste surtout dans la combinaison accomplie et dans le type déterminé qu'elle réalise. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les tensions de la vapeur d'eau saturée jusqu'au point critique et sur la détermination de ce point critique*. Note de MM. **L. Cailletet** et **E. Colardeau**.

« Dans une Note récente [1], nous avons fait connaître à l'Académie une nouvelle méthode de détermination des températures et des pressions critiques. Lorsqu'on opère sur l'eau, les méthodes habituelles ne peuvent être employées à cause de l'attaque du verre, par ce liquide à haute température. La méthode que nous avons décrite permet d'opérer sans voir le liquide et, par suite, de l'enfermer dans un tube de métal très résistant. La quantité d'eau contenue dans ce tube est variable dans les diverses expériences. Elle est suffisante pour fournir de la vapeur saturée jusqu'au point critique, mais ne peut remplir totalement, par sa dilatation, l'espace qui la contient. La courbe des tensions de la vapeur saturée est toujours la même jusqu'à la température critique, quel que soit le poids de liquide. Mais, au-dessus de cette température, une courbe particulière correspond à chaque poids de liquide employé.

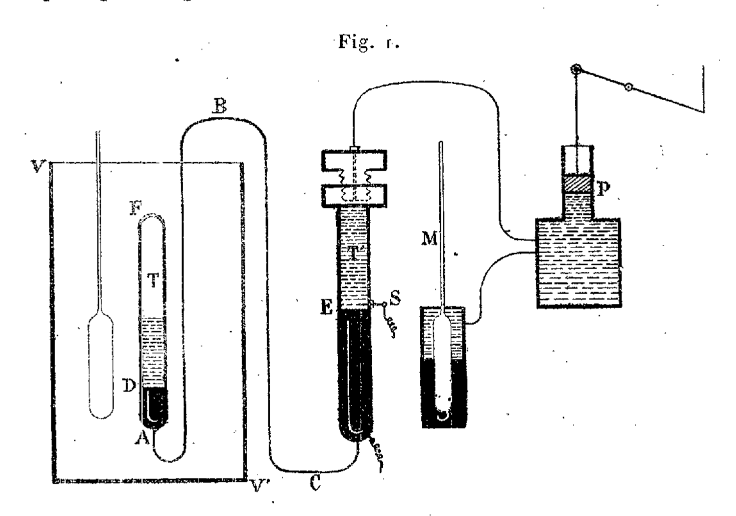
» Ainsi que nous l'avons dit, les poids variables d'eau étaient enfermés, lors de nos expériences, dans un tube d'acier relié à un manomètre. Ce tube étant chauffé dans un bain à température élevée, le manomètre donne, pour chaque température, la pression correspondante, ce qui permet de tracer la courbe des résultats en prenant comme abscisses les températures et, comme ordonnées, les pressions. Il est facile de s'assurer que toutes ces courbes coïncident jusqu'en un certain point dont l'abscisse, d'après ce

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 563; 1891.

qui précède, représente la température critique. Au delà de ce point, chaque courbe prend une direction particulière qui dépend de la quantité d'eau employée.

» Le tube d'acier T (¹) (*fig.* 1) dans lequel l'eau est contenue a environ 15^{mm} de diamètre intérieur et une épaisseur de 5^{mm}, suffisante pour résister à ces hautes pressions. La longueur de ce tube est de $0^{m},20$ environ : c'est cette partie de l'appareil qui est chauffée directement dans le bain VV'. La partie inférieure de ce tube est reliée par un conduit d'acier flexible ABC, à un autre tube T' également en acier et de même diamètre que T. Enfin, ce tube T' communique lui-même à un manomètre à hydrogène comprimé M et à une pompe P, permettant de refouler de l'eau dans T'.

Fig. 1.



» La pression de la vapeur dans le tube T est transmise au manomètre par l'intermédiaire de cette eau et d'une colonne de mercure qui occupe tout l'espace DABCE. Un fil de platine isolé S traverse la paroi T'; il est relié à une sonnerie électrique qui entre en jeu quand le mercure contenu en T' vient à le toucher. Ce dispositif permet, comme on va le voir, de maintenir rigoureusement constante la capacité DF réservée, dans le

---

(¹) Nous nous attendions à être obligés de doubler intérieurement de platine le tube d'acier, à cause de la décomposition possible de l'eau par le fer à ces températures. Mais nous n'avons jamais constaté de dégagement d'hydrogène aux températures les plus élevées réalisées au cours des expériences. Sans doute il se forme sur la paroi interne du tube une mince couche protectrice d'oxyde magnétique.

tube laboratoire, au liquide et à sa vapeur. En effet, à mesure que la température s'élève et que la pression s'accroît, le mercure tend à être refoulé de T en T'. Dès que le fil de platine S, par son contact avec le mercure, fait fonctionner la sonnerie, on manœuvre très lentement le piston de la pompe à compression, de façon à ramener le mercure toujours au même niveau, indiqué par l'arrêt de la sonnerie.

» Le bain liquide, employé d'abord pour le chauffage du tube laboratoire, était le mercure. Dès nos premières expériences, nous avons constaté que son point d'ébullition est inférieur à la température critique de l'eau. Nous avons eu alors recours à un bain formé d'un mélange à parties égales de nitrates de soude et de potasse. Ce mélange, notablement plus fusible que chacun de ses éléments, est liquide à partir de 220° et permet de dépasser facilement la température de 400°. Ce bain était chauffé par plusieurs couronnes de gaz. Pour faire une observation, on réglait la flamme du gaz, de façon à obtenir une température stationnaire, et l'on agitait énergiquement le bain pour uniformiser cette température, amenant alors, par une manœuvre de la pompe, le contact du mercure en S; on lisait simultanément la pression au manomètre et la température aux divers thermomètres. Nous avons employé en même temps un thermomètre à air et deux thermomètres à mercure, construits de façon à pouvoir mesurer des températures supérieures à 400°.

» Les résultats obtenus sont consignés dans la courbe ci-jointe (*fig*. 2).

» La température à laquelle commencent nos expériences est de 224° environ; celle à laquelle Regnault s'était arrêté dans les déterminations des tensions maxima de la vapeur d'eau est de 230°. On voit que notre courbe se raccorde exactement avec celle de Regnault, et que l'intervalle AB, de 224° à 230°, est un arc commun à ces deux courbes.

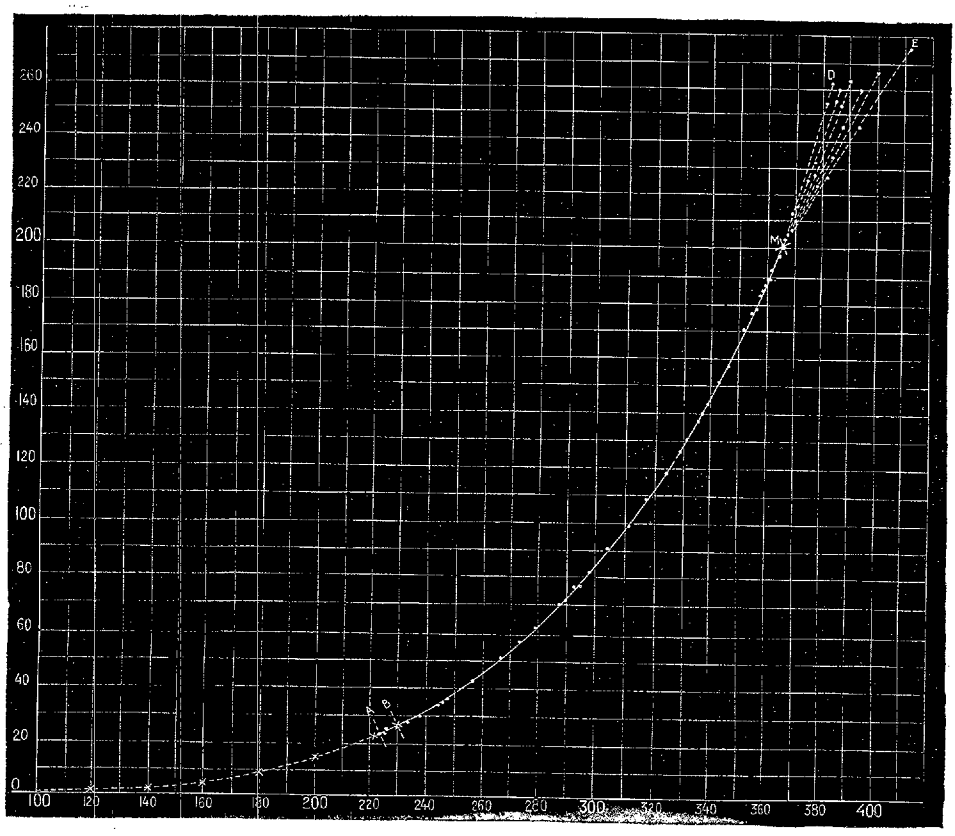
» Les points qui ont servi au tracé de cette figure sont au nombre de 60 environ; ils ont été obtenus au moyen de six séries d'expériences réalisées avec autant de poids d'eau différents dans le tube laboratoire T. Les six courbes obtenues séparément dans chaque série coïncident jusqu'au point qui correspond sensiblement à l'abscisse 365°; à partir de là, les six courbes divergent nettement et chacune d'elles prend une direction particulière. Nous devons en conclure que la température critique de l'eau, déterminée par l'abscisse de ce point de divergence, est de 365°.

» Sur la figure, l'ordonnée qui correspond au même point et qui détermine la pression critique donne, pour celle-ci, la valeur de $200^{\text{atm}},5$.

» La courbe expérimentale des tensions de la vapeur saturée ainsi obtenue, il était important de la comparer aux données théoriques actuellement connues.

» On sait que divers physiciens, et en particulier Clausius, ont établi

Fig. 2.



OB, courbe de Regnault, construite jusqu'à 230°.
AM, courbe des tensions de la vapeur d'eau saturée de 223° au point critique.
M, point critique.
DME, faisceau des courbes divergentes au delà du point critique.

des formules mathématiques destinées à représenter la compressibilité de la matière sous les états liquides et gazeux; dans un important Mémoire (¹), publié en 1881, Clausius a déduit de ces formules la loi des tensions de la

(¹) *Annalen der Chemie und Phys.*, nouvelle série, t. XIV, p. 279; 1881. — *Annales de Chim. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. XXX, p. 433; 1883.

vapeur saturée d'un liquide en fonction de la température et calculé la valeur numérique de ces tensions, pour l'eau, jusqu'à 332°,5. Ses valeurs, comparées à celles de nos expériences, présentent la concordance la plus satisfaisante. Malheureusement, faute de données suffisantes, Clausius pensait que cette température de 332°,5 devait être sensiblement la température critique de l'eau. Nos résultats nous ayant montré que celle-ci est de 365°, nous avons calculé, pour la fonction de Clausius, les valeurs des coefficients numériques, qui sont la conséquence de cette nouvelle donnée. Les résultats calculés après cette modification continuent à s'accorder, jusqu'au point critique, avec notre courbe expérimentale.

» Sur la *fig.* 2 ci-jointe, il serait impossible, avec l'échelle adoptée, de tracer séparément la courbe théorique auprès de la courbe expérimentale, car toutes deux seraient comprises dans l'épaisseur du trait du dessin [1].

» M. Bertrand a également proposé [2] une forme de fonction destinée à représenter la loi des tensions de la vapeur saturée. En calculant, d'après nos résultats, les coefficients numériques de cette formule pour l'eau, nous avons obtenu également la meilleure concordance.

» Cette formule, d'un emploi facile et rapide, est assez simple pour être reproduite ici : T est la température absolue, P la tension de la vapeur saturée correspondante en atmosphères et G une constante :

$$P = G\frac{T^{57,074}}{(T+127)^{59,572}}, \qquad \log G = 14,00527.$$

» Ces expériences ont été commencées au laboratoire de Physique, à l'École Normale supérieure, au mois de février 1890. Bien qu'elles aient été terminées au mois de mai de la même année, nous avons cru devoir en différer la publication. Nous avons, en effet, mesuré nos pressions à l'aide d'un manomètre à hydrogène comprimé; or, l'emploi d'un tel instrument comporte un certain nombre d'erreurs ou d'incertitudes [3].

---

(1) La fonction de Clausius qui résulte de considérations assez compliquées, n'est pas susceptible d'être résumée sous une forme simple; nous ne pouvons donc la reproduire ici.

(2) J. Bertrand, *Thermodynamique*, Chap. IX; Paris, 1887.

(3) Les manomètres à gaz comprimés perdent rapidement leur sensibilité à mesure que la pression s'élève. Nous avons évité cet inconvénient en employant successivement des tubes gradués de même longueur et de même diamètre, soudés à des réservoirs de dimensions variables. Le premier tube de la série donnant la mesure des pressions de 0^{atm} à 50^{atm} avec l'approximation désirée, le second les donne avec la même approximation de 50^{atm} à 100^{atm}, et ainsi de suite.

Nous avons dû attendre, pour la publication des résultats numériques définitifs, la possibilité d'étalonner directement nos appareils au moyen du manomètre à air libre de la tour Eiffel.

» Les nombres que nous donnons plus haut sont ceux de nos premières expériences corrigés d'après cet étalonnage ([1]).

» Nous avons appris tout récemment ([2]) que M. Battelli a présenté à l'Académie des Sciences de Turin, pendant l'année 1890, une série de recherches sur le point critique de l'eau. La publication de notre travail ayant dû, comme nous venons de le dire, être différée pendant un temps assez long, nous avions cru devoir déposer, entre les mains de M. le Président de l'Académie, à la date du 23 juin 1890, un pli cacheté, contenant la description de notre méthode, le dessin de nos appareils et les résultats provisoires de nos expériences. Bien que la méthode que nous avons employée soit entièrement différente de celle de M. Battelli et nous ait permis de déterminer, outre le point critique de l'eau, la courbe complète des tensions de la vapeur saturée, travail qui n'avait pas été fait jusqu'ici, nous prions M. le Président de vouloir bien ouvrir notre pli cacheté et d'en donner connaissance à l'Académie à cause de la presque coïncidence des dates de ces Mémoires, celui de M. Battelli précédant le nôtre de quelques jours seulement. »

Le pli cacheté, déposé par MM. **Cailletet** et **Colardeau** le 23 juin 1890 et inscrit sous le n° 4559, est ouvert en séance par M. le Président de l'Académie. Il contient une Note ayant pour titre : *Détermination de la température critique de l'eau. Mesure des tensions de la vapeur saturée jusqu'à cette*

([1]) Avant de procéder à cet étalonnage, nous avons voulu faire une dernière vérification de la bonne installation des règles graduées, qui servent à connaître le niveau du mercure dans le manomètre de la tour. On comprend, en effet, que c'est là l'élément principal de l'exactitude de l'appareil.

Pour obtenir cette vérification, nous nous sommes servis d'un fil d'acier tendu verticalement par un poids insuffisant pour donner à ce fil un allongement appréciable. Ce véritable fil à plomb a été suspendu en différents points de la tour, vis-à-vis de la graduation de nos échelles, de façon à descendre jusqu'au niveau du laboratoire. L'évaluation de la longueur de ce fil, soumis à la même tension que dans la position verticale, a été faite le long d'une base horizontale de 20^m mesurée avec grand soin. Les résultats très concordants obtenus confirment l'exactitude de l'installation des règles. En particulier, pour le niveau de la deuxième plate-forme, qui correspond à peu près aux pressions réalisées dans nos expériences, les écarts de niveau ne dépassent pas 12^{mm}.

([2]) *Journal de Physique*, 2e série, t. X, p. 135; 1891.

température. La méthode employée, le dessin des appareils et les résultats sont conformes à la Communication précédente.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'analyse de la lumière diffusée par le ciel.* Note de M. A. Crova.

« Dans un travail précédent, j'ai donné (1) les résultats de mes premières recherches sur ce sujet, exposé la méthode d'observation et discuté les courbes obtenues; dans cette Note, je résume la discussion des résultats auxquels m'a conduit la méthode de calcul que j'ai adoptée, et la comparaison des observations de 1890 avec celles faites antérieurement en France et à l'étranger.

» La formule de lord Rayleigh, déduite de la théorie de Stokes (2), est

$$\iota = \mathrm{N}\frac{a^2}{p^2\lambda^4},$$

dans laquelle ι est l'intensité de la lumière diffractée par un point du ciel, N le nombre de particules diffringentes contenues dans l'unité de volume d'air, a l'amplitude de la vibration incidente de longueur d'onde λ, et p un facteur constant pour tous les λ.

» La plupart de mes observations ne pouvant se calculer par cette formule, j'ai cherché la cause du désaccord.

» La formule $\frac{1}{\lambda^4}$ est basée sur l'hypothèse que le nombre N de corpuscules contenus dans l'unité de volume d'air est sensiblement le même pour toutes les dimensions de ceux-ci; elle ne sera donc vérifiée que si cette hypothèse est réalisée.

» Si l'on assimile les corpuscules à des globules sphériques de densité D et de rayons r différents, tombant dans un milieu de densité ρ, ils prendront, au bout d'un temps très court, une vitesse constante de chute dans le milieu résistant, donnée par la formule

$$v = \sqrt{\frac{g\mathrm{D}r}{\gamma\rho}},$$

γ étant un facteur qui dépend de la nature du milieu.

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 493; et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XX, p. 480.

(2) *Phil. Mag.*, 4e série, t. XLI, p. 107 (1871).

» Dans l'air, on aurait

$$V = A\sqrt{r}.$$

» Si, à l'origine, les particules diffringentes, en nombre égal pour toutes les dimensions du même ordre que les λ de la lumière incidente, sont uniformément réparties dans l'unité de volume d'air et abandonnées à ellesmêmes, elles prendront des vitesses différentes suivant leurs dimensions, et l'on peut supposer que, lorsque le régime sera établi, le nombre contenu dans l'unité de volume varie, pour chaque dimension de particules, en raison inverse de sa vitesse; dans ce cas, on aurait

$$N = \frac{B}{\sqrt{r}}.$$

» Donnons à r les valeurs relatives extrêmes 1 et 2 qui correspondent sensiblement aux dimensions des particules qui diffractent plus spécialement les λ extrêmes du spectre; pour le rouge extrême, $N = \frac{B'}{\sqrt{r}}$ et pour le violet extrême $N' = B'$.

» Il faudrait donc, dans la formule précédente, remplacer N par $\frac{N}{\sqrt{r}}$ ou par $\frac{N'}{\sqrt{\lambda}}$, et la formule deviendrait

$$\iota = \frac{N'}{\sqrt{\lambda}}\frac{D}{\lambda^4} = \frac{K}{\lambda^{4,5}}.$$

» En réalité, on pourra faire plusieurs hypothèses sur ce mode de distribution; $\frac{N'}{\sqrt{\lambda}}$ serait remplacé par $N' f(\lambda)$, la fonction de λ dépendant d'une certaine puissance de la vitesse, et, par suite, des dimensions des molécules.

» J'ai donc arbitrairement modifié l'exposant de λ, de manière à faire concorder les résultats de l'observation avec la formule $\frac{K}{\lambda^n}$.

» Soit B l'intensité de la lumière bleue diffusée par le ciel, et S l'intensité de la lumière solaire incidente; faisons de plus égale à 100 la valeur de $\frac{B}{S}$ pour $\lambda = 565$; on aura

$$\frac{B}{S} = \frac{K}{\lambda^n}, \qquad 100 = \frac{K}{565^n}, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{B}{S} = 100\left(\frac{565}{\lambda}\right)^n,$$

n étant un coefficient qui se calcule au moyen des valeurs de $\frac{B}{S}$ correspondant à des valeurs déterminées de λ.

» En différentiant, on obtient

$$\tang\alpha = -100n\frac{565^n}{\lambda^{n+1}}$$

et, pour l'ordonnée commune $=100$ qui correspond à $\lambda = 565$,

$$\tang\alpha_1 = -\frac{100}{565}n:$$

n serait donc proportionnel au coefficient angulaire au point d'intersection de toutes les courbes que l'on obtient en faisant varier n, c'est-à-dire à l'inclinaison de la courbe en ce point.

» J'ai comparé les résultats calculés par les formules $\frac{1}{\lambda^4}$ et $\frac{1}{\lambda^{4,5}}$ avec ceux des observations de lord Rayleigh, en Angleterre ([1]), et de Vogel ([2]), à Potsdam, ainsi qu'avec quelques-uns des résultats de mes observations à Montpellier.

» Pour cela, j'ai construit les courbes de ces observations et j'ai déterminé les valeurs des ordonnées correspondant à

λ.........	635	600	565	530	510

et j'ai tracé une nouvelle courbe pour laquelle l'ordonnée correspondant à $\lambda = 565$ a été faite arbitrairement $= 100$.

» Pour la série de M. Vogel, qui donne, non $\frac{B}{S}$, mais $\frac{B}{P}$, c'est-à-dire le rapport d'intensité de la lumière du ciel à celle du pétrole, j'ai divisé les rapports $\frac{B}{P}$ par ceux de $\frac{S}{P}$ ou de l'intensité de la lumière solaire au pétrole pour les divers λ trouvés par M. Vogel, ce qui m'a donné les valeurs correspondantes de $\frac{B}{S}$, et j'ai ramené la courbe à celle qui correspond à une

---

([1]) *Phil. Mag.*, 4e série, t. XLI, p. 107.
([2]) *Berl. Monatsberichte*, p. 801-811.

ordonnée = 100 pour $\lambda = 565$. Toutes ces courbes sont ainsi comparables :

λ.	635.	600.	565.	530.	510.
$100\left(\frac{565}{\lambda}\right)^4$	62,68	78,63	100	128,1	150,6
$100\left(\frac{565}{\lambda}\right)^{4,5}$	49,73	69,73	»	146,7	180,7
$100\frac{B}{S}$ (Angleterre)	58,59	78,55	»	130,3	151,4
$100\frac{B}{S}$ (Potsdam)	63,00	76,00	»	126,0	146,0
$100\frac{B}{S}$ Montpellier, moy. de janv. 1890	58,30	76,47	»	141,1	180,8
$100\frac{B}{S}$ Montpellier, moyenne de 1890	»	71,31	»	130,0	»

» On voit, à la simple inspection de ce Tableau :

» Qu'en Angleterre le bleu du ciel observé par lord Rayleigh est plus saturé que celui qui a été observé à Potsdam par M. Vogel ; il s'accorde assez avec la loi $\frac{1}{\lambda^4}$ tout en donnant un bleu un peu plus foncé ;

» 2° Que le bleu du ciel observé à Montpellier, pendant le mois de janvier 1890, est plus profond que ceux qui ont été observés en Angleterre et en Allemagne, et qu'il se rapproche davantage de la loi $\frac{1}{\lambda^{4,5}}$.

» Voici, comme exemple de l'application de cette méthode, les formules qui donnent la valeur de $100\frac{B}{S}$ pour trois observations faites par M. Houdaille et moi au sommet du mont Ventoux :

3 août 1889, 10^h.40^m	$\frac{B}{S} = 100\left(\frac{565}{\lambda}\right)^{5,75}$	Ciel d'un bleu pur.
3 août 1889, 10.20	$\frac{B}{S} = 100\left(\frac{565}{\lambda}\right)^{2,53}$	Ciel d'un bleu pur.
3 septembre 1889, 9.40	$\frac{B}{S} = 100\left(\frac{565}{\lambda}\right)^{6,44}$	Ciel d'un bleu profond.

» Les différences entre les valeurs trouvées et calculées sont de l'ordre des erreurs que l'on peut commettre dans les observations photométriques ; elles sont quelquefois augmentées par suite de la variabilité extrême de la teinte bleue du ciel, sous l'influence des causes les plus insignifiantes en apparence. »

GÉOLOGIE. — *De l'âge relatif du gisement quaternaire du mont Dol (Ille-et-Vilaine)*; par M. SIRODOT.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats des recherches entreprises dans le but de déterminer, autant que possible, l'âge relatif du gisement du mont Dol.

» Ce gisement est situé au pied du mont, du côté sud, dans une petite anse formée par le prolongement d'une courte arête dans la direction du sud-est. Il est compris dans un sédiment d'origine marine affectant la disposition d'un talus appuyé contre des escarpements granitiques.

» Les nombreux débris d'animaux mélangés aux objets de l'industrie humaine ne sont pas distribués irrégulièrement dans toute l'épaisseur du talus, mais suivant trois couches, parallèles entre elles et à l'inclinaison du talus, caractérisées par la présence de blocs granitiques. C'est presque exclusivement entre ces blocs que les objets ont été recueillis; toutes les autres parties du sédiment se sont toujours montrées très pauvres.

» Du relevé des coupes poussées à fond, il résulte qu'une première couche de blocs occupe la base du talus, qu'une seconde se trouve vers les deux cinquièmes de l'épaisseur, qu'enfin la troisième et dernière est superficielle. Dans le voisinage des escarpements, la masse de blocs est continue.

» Le sol sur lequel repose le sédiment marin a été découvert trois fois sur une étendue de près de 20^{mq} pour en faire l'étude dans tous ses détails.

» La surface en est sensiblement plane et offre une couche superficielle formée de sable et d'un limon noirâtre, dans laquelle les fragments de silex sont si nombreux, qu'on en compte environ 140 par mètre carré; ils sont mélangés de petits fragments d'os brisés, de bois de cerf; quelques-uns des fragments d'os sont fortement carbonisés. Au-dessous se trouve, sur une épaisseur d'environ $1^{m},70$, un gravier d'eau douce en grande partie schisteux et reposant sur un schiste azoïque adossé à la masse granitique.

» Ces observations conduisent à penser qu'au pied des escarpements granitiques, se trouvait une petite pièce d'eau dont le fond limoneux a été mélangé de débris de diverse nature; et cette manière de voir est confirmée par d'autres observations qui attestent la présence d'un courant d'eau qui courait à la surface du sédiment marin, pendant la formation du talus. Il y avait, en effet, dans la direction du sud-est : à la surface, une bande de

sable fin, lavé, d'un aspect blanc contrastant avec la couleur grise de la masse; et, dans presque toute la masse, un nombre incalculable de petites coquilles terrestres parmi lesquelles dominait le *Pupa muscorum* (Maillot).

» Les objets recueillis sont donc antérieurs à la formation du sédiment marin, dans lequel ils sont inclus; ils sont distribués entre des blocs et fragments de granite; enfin, un grand nombre d'os volumineux sont en partie ou totalement écrasés. De cet ensemble d'observations il résulte que tous ces objets ont été rassemblés dans les escarpements des rochers, avant que les flots de la mer soient venus les battre et provoquer leur écroulement.

» Ces escarpements ont donc été habités par une famille humaine qui y avait établi ses foyers. Sa résidence paraît y avoir été de longue durée, si l'on en peut juger par la quantité de cendres accumulées entre les rochers et au pied même des escarpements; on peut, sans exagération, évaluer à 10^{mc} la masse de cendres déplacées pendant la dernière année de l'exploration du gisement. L'homme contemporain du Mammouth, habitant le mont Dol, a dû fuir devant l'envahissement de la mer.

» Le talus de sédiment marin est relevé d'environ 12^{m} au-dessus du niveau moyen actuel de la mer. Il est recouvert par un dépôt d'une composition d'un intérêt tout particulier : une masse sablonneuse résultant de la désagrégation des couches granitiques superficielles, dans laquelle se trouvent inclus des blocs à surfaces parallèles de 15^{cm} à 30^{cm}, exceptionnellement 35^{cm} d'épaisseur, identiques aux dalles superposées que forment les hauts escarpements des flancs et du sommet du mont.

» Il était indispensable de suivre cette couche superficielle aussi loin que possible. Deux séries de puits ont été creusées : la première dans la direction nord-sud; la seconde dans la direction du thalweg indiquée par le courant d'eau douce dont il a été question plus haut, qui traverse obliquement le talus marin dans la ligne du sud-ouest.

» Dans la direction du nord-sud :

» 1° Un premier puits a fait reconnaître que le talus marin, à la distance de 40^{m} des escarpements, était réduit à une épaisseur de $0^{m},30$, était dépourvu de blocs provenant des éboulements ou n'en présentait plus que de rares échantillons;

» 2° Un second puits, à la distance de 200^{m}, a mis en évidence une difficulté insurmontable : il n'a pas été possible de descendre au-dessous de $3^{m},50$, le fond mouvant conservait le même niveau;

» 3° Un troisième puits, à la distance de 80^{m}, a fait constater la dispa-

rition du talus marin et la continuation de la couche sablonneuse renfermant les dalles régulièrement superposées sur une épaisseur de $0^m,60$ à $0^m,75$ et reposant sur les roches de quartzite qui forment le fond de la vallée et ses limites sous les murs de la ville de Dol.

» 4° Un quatrième puits, à la distance de 130^m, a permis de reconnaître la continuation de la couche sablonneuse avec dalles de recouvrement; mais il n'a pas été possible d'arriver jusqu'au quartzite qui constituait le fond du puits n° 3; un éboulement s'est produit pendant qu'on cherchait à dégager les dalles du dernier rang.

» Deux puits creusés dans la direction du thalweg ont donné des résultats analogues, avec cette seule différence que le talus marin s'est étendu plus loin, offrant dans sa partie inférieure une quantité considérable de coquilles du *Cardium edule*.

» Ces recherches, entravées par de grandes difficultés, ont démontré que la couche sablonneuse avec dalle granitique superposée s'étend au-dessous des terrains récents, constituant les marais actuels mis en culture sur une grande partie de leur étendue, principalement dans la direction de la mer.

» La couche sablonneuse avec dalles granitiques ne peut être expliquée que par un phénomène de glissement et probablement à la surface de la glace ou de la neige durcie.

» D'un autre côté, le sol du gisement est relevé de 12^m environ au-dessus du niveau moyen actuel de la mer. Or il y a un mouvement du sol qui a relevé les côtes du Danemark et qui paraît s'être produit entre les deux *minima* de températures reconnus pendant la période glaciaire.

» Enfin, au mont Dol, c'est le Mammouth qui domine, tandis que le Renne (*Cervus tarandus*) n'existe qu'à l'état de trace.

» Toutes ces considérations me conduisent à penser que les débris accumulés au mont Dol remontent à une époque antérieure au mouvement qui, dans les temps quaternaires, a relevé les côtes de certaines régions de la mer Baltique.

» Le mode de formation des terrains récents du marais se rattache intimement à l'étude du gisement et fera l'objet d'une nouvelle Communication. »

VITICULTURE. — *Note de M.* **Marès** *accompagnant la présentation d'un Ouvrage « Sur les Cépages de la région méridionale de la France »*.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les deux premières livraisons de l'Ouvrage que je publie actuellement « Sur les Cépages de la région méridionale de la France ».

» L'Ouvrage entier comporte trois livraisons et 30 grandes planches coloriées, dessinées d'après nature, figurant les cépages principaux de la région. J'espérais pouvoir le présenter moi-même, complètement fini, à l'Académie dans le courant du mois de mai; mais des lenteurs survenues dans le tirage du texte et des planches m'obligent à ajourner la fin de cette publication au mois de juin prochain.

» Dans tous les cas, je n'ai pas voulu tarder davantage à soumettre à l'Académie les deux premières Parties de mon travail, dans lesquelles sont exposées la situation actuelle de notre viticulture méridionale, après les ravages et la destruction presque totale que lui ont fait subir l'invasion du phylloxera, et ensuite celle des maladies cryptogamiques.

» Avant d'aborder l'étude de nos cépages français méridionaux, j'ai dû examiner les moyens de défense et de reconstitution de nos vignobles, et, dans ce but, après avoir indiqué l'usage des insecticides, l'emploi de la submersion et la plantation des terrains de sable, moyens qui ne s'appliquent qu'à des surfaces relativement limitées, traiter la question de la reconstitution par les vignes américaines, dont le caractère est beaucoup plus général. C'est ainsi que j'ai examiné les différentes espèces de ces vignes, soit pour leur production directe, soit comme porte-greffes de nos cépages français.

» J'ai fait voir que, dans l'état actuel de nos connaissances, le problème de la reconstitution des vignobles détruits par le phylloxera se résout de la manière la plus satisfaisante et la plus générale par la méthode adoptée dans l'Hérault, centre de la région, et ensuite par les autres départements; méthode qui consiste à planter les cépages américains, les moins attaqués par le phylloxera, ceux qui en sont en quelque sorte indemnes, et qui végètent vigoureusement dans les terrains auxquels on les destine; et à les greffer en cépages français, soit sur place si la vigne américaine a été plantée sur place, soit en pépinière, si elle a été mise préalablement en pépinière pour être ensuite transplantée l'année suivante après avoir été

greffée. L'Hérault comporte déjà environ cent trente mille hectares de vignes reconstituées ou replantées par ce procédé, et depuis 1884, soit depuis huit ans, en y comprenant l'année 1891, la replantation des vignes dans ce seul département est faite à raison de quatorze à quinze mille hectares par an. Si elle se continue encore sur la même échelle pendant six ans, la reconstitution, en surface, de l'ancien vignoble détruit par le phylloxera sera complète, et atteindra environ deux cent vingt mille hectares. Quant à la production de cet immense vignoble d'un seul département de la région, on peut estimer que, en dehors des fléaux naturels qui peuvent sévir sur la vigne, son augmentation annuelle peut s'élever de cinq cent à six cent mille hectolitres, et se prolonger pendant une durée de huit années environ. La production de l'Hérault pourrait alors revenir au chiffre de dix millions d'hectolitres de vin. Elle est actuellement de la moitié environ. De pareils résultats, dus à un ensemble de travaux scientifiques et pratiques sur la vigne et sur les fléaux par lesquels elle est attaquée, sont un exemple éclatant qui sera certainement suivi partout où il y aura des vignes phylloxérées à reconstituer.

» Les divers détails de cette reconstitution sont exposés dans les Chapitres des deux premières livraisons : *Espèces américaines employées pour la reconstitution des vignobles de la région méditerranéenne de la France; sols qui conviennent aux vignes américaines. Résistance des vignes américaines. Choix des cépages à planter. Greffage de la vigne,* etc.

» Étudiant ensuite la région méridionale de la France au point de vue de la culture de la vigne, j'ai examiné les cépages de la région et leur origine, en donnant au mot *cépage* la signification de variété de vigne dérivant d'une même espèce, et j'ai indiqué les raisons qui m'ont conduit à adopter l'opinion des botanistes qui considèrent, malgré les différences considérables qu'ils présentent entre eux, les cépages de l'ancien monde, et plus particulièrement ceux de l'Europe et du bassin de la Méditerranée, comme dérivant d'une seule espèce : la *Vitis vinifera* de Linné.

» Étudiant les modes de transformation de la vigne sous l'influence du climat, du sol, de la culture, de sa reproduction et de sa multiplication par semis, par hybridation de cépage à cépage, par segmentation, j'ai fait voir que le nombre des variétés de vignes est virtuellement infini, ainsi que l'avaient déjà constaté les anciens et notamment Virgile dans ses *Géorgiques,* en parlant de la vigne cultivée de son temps; mais que les bonnes variétés se maintenant depuis des siècles, sans altération, grâce à une sélection continuelle et à des soins culturaux soutenus, le nombre de celles

qui sont adoptées par la viticulture se limitent d'elles-mêmes dans la pratique, les meilleures faisant abandonner les moins bonnes.

» La fin de la deuxième livraison et la troisième tout entière sont consacrées à l'étude des cépages divisés en tribus, à leur origine, à leur description, leur culture, leur vinification quand ils sont destinés à la production du vin.

» J'ai apporté tous mes soins à établir la synonymie des cépages que j'ai décrits et mentionnés. C'est une des difficultés de la viticulture dans toutes les régions viticoles et plus particulièrement dans notre région de la France méridionale, la plus riche de toutes; mais je crois que, pour elle, cette difficulté est à peu près résolue. Possédant depuis longtemps une collection de vignes que j'ai réussi à défendre contre le phylloxera, et dans laquelle j'ai pu réunir les cépages de la région, j'ai cherché à conserver ceux qui ont une valeur réelle, sauvant ainsi un certain nombre d'entre eux du naufrage que leur aurait fait subir la destruction de nos anciens vignobles.

» J'ai laissé en dehors du cadre que je me suis tracé les recherches qui sont faites actuellement, pour doter la viticulture de variétés nouvelles assez résistantes au phylloxera pour éviter l'opération de la greffe, et donnant des fruits susceptibles d'être comparés à ceux des cépages qui peuplent encore nos vignobles. Il faut encourager ces travaux, qui, s'ils réussissent, peuvent avoir de très féconds résultats; mais l'expérience et le temps peuvent seuls en démontrer la valeur.

» Je me suis borné actuellement à mettre en évidence les moyens certains par lesquels nous sommes arrivés à sortir de la crise si ruineuse, occasionnée par la destruction de nos vignobles, et à conserver les cépages qui en font la supériorité et la richesse. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la détermination exacte du pouvoir glycolytique du sang.* Note de MM. **R. Lépine** et **Barral.**

« A un gros chien *à jeun* depuis un certain temps on retire simultanément environ 80^{gr} de sang par chacune des deux artères fémorales. Le sang qui s'écoule du côté A tombe dans une capsule à demi immergée dans de l'eau glacée; on le défibrine par le battage et on le filtre sur un linge stérilisé. 40^{gr} sont aussitôt versés dans du sulfate de soude à $90°$ C., au moins, pour détruire le ferment glycolytique (voir *Comptes rendus*, séance du

23 juin 1890), et 40gr dans un ballon qu'on porte immédiatement au bain-marie à 39° C. On l'y laisse une heure, puis on verse le sang dans du sulfate de soude à 90° C., au moins.

» Le sang qui coule de l'artère B tombe directement dans un flacon, préalablement pesé, renfermant du sulfate de soude à 90° C., au moins, et dans un ballon contenant du sable de Fontainebleau stérilisé et immergé dans le bain-marie à 39° C. On l'agite fortement pendant quelques minutes de façon à le défibriner d'une manière *bien complète*, et on le laisse une heure à cette température. Au bout de ce temps, on le verse dans du sulfate de soude à 90° C., au moins.

» Voici les résultats que donne le dosage du sucre pour 1000gr de sang : 1° dans le sang A préalablement défibriné; 2° dans le sang B. Il est à noter que les chiffres suivants sont une moyenne d'un grand nombre d'expériences, d'ailleurs parfaitement concordantes :

	Immédiatement.	Après une heure.	Perte pour 100.
	gr	gr	
A	1,05	0,80	24
B	1,07	0,72	33

» La différence 0gr,02 des chiffres 1,05 et 1,07 pourrait passer pour une erreur de dosage. Nous la croyons, cependant, bien réelle, et nous pensons qu'elle reconnaît pour cause la perte d'une petite quantité de sucre pendant la durée du battage, de la filtration, etc. Quant à la différence que présentent les deux sangs au bout d'une heure, elle s'explique par le fait que B n'a été privé d'aucune de ses parties constituantes, tandis que A, préalablement défibriné, a perdu, outre sa fibrine, un certain nombre de globules blancs qui, d'après nos observations microscopiques, restent inclus dans son intérieur. Or, il résulte de nos recherches antérieures (*Revue scientifique*, 28 février 1891, p. 273) que le ferment glycolytique est renfermé dans les globules blancs. Il est donc naturel que le sang défibriné soit moins riche en ferment glycolytique que le sang *entier*.

» Si l'on fait macérer la fibrine tout à fait fraîche, extraite d'une quantité donnée de sang, dans un peu d'eau sucrée, à la température de 39°C., on trouve que le pouvoir glycolytique de cette fibrine est précisément égal à la différence existant entre le pouvoir glycolytique du sang dont elle est extraite et celui de la même quantité de sang entier.

» La conséquence de ces faits, que nous avons constatés dans un grand nombre d'expériences, est que, pour déterminer d'une manière tout à fait

exacte la teneur d'un sang en ferment glycolytique, il ne faut pas le défibriner préalablement (autrement on commettra une erreur en moins qui pourra être d'un dixième environ), mais bien procéder, ainsi que nous l'avons indiqué, avec le sang B. Nous insistons sur la nécessité d'agiter très fortement le sang contenu dans le ballon; car si on le laisse se coaguler en gros caillots, bien qu'*entiers* en fait, il perd, en une heure, moins de sucre que le sang préalablement défibriné. Cela se comprend facilement en songeant que dans ce cas les globules blancs sont emprisonnés au sein d'une masse très considérable, et que, par conséquent, le ferment ne peut diffuser d'une manière complète.

» Même en suivant rigoureusement la méthode ci-dessus indiquée, on n'arrivera pas à connaître exactement le pouvoir glycolytique du sang, si le chien a été préalablement bien nourri. Dans ce cas, en effet, il peut renfermer du glycogène en quantité assez abondante pour que la production d'une quantité relativement considérable de sucre, dans les premiers instants qui suivent la saignée, vienne fausser les résultats. Dans une prochaine Note nous donnerons la preuve de la réalité de cette *glycogénie hématique*, que Claude Bernard ne paraît pas avoir soupçonnée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Eug. Ferron** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Daubrée, un Mémoire intitulé : « Essai d'une théorie mathématique sur les fractures terrestres et les diaclases artificielles ».

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Lévy.)

M. **S. Altaras** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Moteur fluidostatique à force facultativement progressive ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **E. Delaurier** adresse une Note sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Pigeon** adresse une Note « Sur les inhalations d'air ozonisé ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Verneuil.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel appelle l'attention de l'Académie sur les Rapports présentés à la Chambre de Commerce de Lyon, par la Commission administrative, sur les travaux du laboratoire d'études de la soie.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure sur le disque du Soleil le 9 mai 1891, faite avec l'équatorial de Plœssl à l'Observatoire national d'Athènes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. E. Mouchez.

« L'observation du passage de Mercure sur le disque du Soleil a été favorisée, à Athènes, par un temps assez beau. Au moment du lever du Soleil, presque tout le ciel, et particulièrement l'horizon oriental, est parsemé de légers cirrus; l'image du Soleil est pourtant très peu ondulante, mais le contour de Mercure très mal défini. Quelques minutes après le lever du Soleil, les nuages disparaissent presque complètement à l'est, et l'image de la planète paraît plus nettement tranchée; fort heureusement, l'atmosphère est parfaitement tranquille. Le Soleil s'est dégagé déjà complètement des nuages; son bord est excessivement peu ondulant et ses taches sont très nettes et bien calmes. L'image de Mercure est très nette, d'une teinte bien noire et uniforme depuis le centre jusqu'aux bords qui paraissent bien tranchés sans aucune auréole; le disque de Mercure paraît un peu plus noir que les centres des taches solaires.

» L'image de Mercure devient de plus en plus nette à mesure que le Soleil s'élève au-dessus de l'horizon. Je distingue que sa teinte n'est plus, comme tout à l'heure, parfaitement uniforme, mais un peu moins noire vers les bords. Malheureusement, quelques nuages passent devant le disque solaire et l'image de Mercure devient assez ondulante.

» 10^m avant la sortie interne, les nuages disparaissent complètement, et l'on voit avec une netteté extraordinaire les bords de la planète; le disque de Mercure paraît beaucoup plus noir que tout à l'heure; l'image de la planète paraît bien nettement frangée aux bords.

» Mercure se rapproche de plus en plus du bord solaire; un filet lumineux subsiste entre les deux bords de la planète et du Soleil, sans présenter aucun autre phénomène remarquable.

» Le filet lumineux diminue graduellement et se rompt instantanément; je n'ai pas vu le phénomène de la goutte noire.

» Voici l'instant de rupture du filet lumineux :

Sortie interne............ $18^h 17^m 20^s$ (temps moyen d'Athènes)

» L'échancrure du bord solaire diminue de plus en plus; je ne distingue aucun phénomène lumineux pendant la sortie de la planète. Les ondulations du bord du Soleil étant presque insensibles, j'ai pu estimer le moment de la sortie externe presque avec la même précision que celui de la sortie interne.

» Voici le temps de la disparition totale de l'échancrure :

Sortie externe............. $18^h 22^m 0^s$ (temps moyen d'Athènes)

» La détermination du temps et la marche de la pendule ont été obtenues, avec toute l'exactitude possible, à l'aide de notre cercle méridien; le chronomètre que nous avons employé a été comparé plusieurs fois à la pendule méridienne avant et après l'observation. »

ASTRONOMIE. — *Les conditions atmosphériques de Greenwich par rapport à la question de l'heure universelle.* Note de M. **Tondini.**

« Bien que le méridien initial puisse être fixé par sa distance aux observatoires existants (ainsi qu'on a fait pour celui de Jérusalem-Nyanza, déjà repéré à 120 observatoires, dont on a présenté la liste destinée à être envoyée aux puissances), tout suggère qu'on le choisisse de manière à pouvoir, au moins, être fixé aussi par un observatoire situé en de favorables conditions atmosphériques, et qu'il offre le plus possible d'avantages sur son parcours. C'est en vue de cette double considération que l'Italie s'abstient d'appuyer le choix de Greenwich et qu'elle propose, pour fixer l'heure universelle, celui de Jérusalem-Nyanza, le *statu quo* devant être garanti dans la Marine, dans l'Astronomie et dans la Topographie.

» Les conditions atmosphériques du point où s'élèverait, ou pourrait s'élever, l'observatoire fixant l'heure universelle ont paru, même à la conférence de Washington, si importantes, qu'on y a relevé celles où se trouve l'Observatoire de Paris comme n'étant pas assez favorables (*Procès-Verbaux*, p. 41-42). Si donc on y a cru, par erreur, que celles de Greenwich le sont davantage, cette erreur elle-même prouve la portée que la conférence atta-

chait auxdites conditions. Or, voici quelques données empruntées aux documents officiels de l'observatoire de Greenwich.

» La moyenne de l'état nébuleux, o indiquant un ciel pur et 10 un ciel très chargé, y a été : en 1886, de 6,8 ; en 1887, de 6,5 ; en 1888, de 7,2.

» Le nombre de jours pluvieux a été : en 1886, de 163; en 1887, de 143; en 1888, de 165.

» Sur les 4454 heures pendant lesquelles le soleil se trouve chaque année plus de 5 degrés au-dessus de l'horizon de Greenwich (4464,9 dans les bissextiles), on a eu : en 1866, 1229,2; en 1887, 1406,9; en 1888 (biss.), 1068,1 heures pendant lesquelles il a assez brillé pour laisser trace sur l'appareil de l'observatoire.

» Aussi il résulterait, de la comparaison avec toutes les autres stations météorologiques, qu'en l'année 1889 l'état nébuleux de Greenwich aurait plutôt augmenté.

» Voilà pourquoi si, dans l'état actuel de l'Astronomie, les instruments de précision et les calculs suppléent si bien à l'état du ciel, que les éphémérides nautiques ne s'en ressentent nullement, il faudrait d'autant plus en tenir compte quand il s'agit de fixer l'heure universelle, que nul ne peut prévoir toutes les applications que l'unification dans la mesure du temps pourrait avoir à l'avenir.

» Quant au méridien de Jérusalem-Nyanza, l'Italie en soumet le choix à la considération des puissances, vu que soit l'altitude (779^{m}), soit la latitude de Jérusalem (31° 46′ 30″ N.), soit la circonstance que son méridien offre un arc sur terre d'environ 92° (86°, si l'on en soustrait les mers intérieures qu'il traverse) et qu'il coupe l'équateur, les deux tropiques, le 45° N. et le cercle polaire arctique sur le continent, lui paraissent mériter d'être prises en considération. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique des équations différentielles du premier ordre*. Note de M. **Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« M. Poincaré, dans une Note récente, a énoncé d'importantes propositions relatives à l'intégration algébrique des équations du premier ordre et du premier degré. Je me propose d'étudier ici la même question pour une équation du premier ordre quelconque.

» Soit

$$(1) \qquad F(y', y, x) = 0$$

une équation dont le premier membre est un polynôme irréductible en y', y, x, de degré q en y'. Nous supposons que l'on a fait subir aux variables x, y la transformation homographique la plus générale. Quand l'intégrale de (1) est algébrique, le genre ϖ de la relation entre les constantes intégrales (nombre que j'ai introduit dans des travaux antérieurs) est nul, ou égal à 1 ou plus grand que 1. Quand on suppose $\varpi > 1$, on a une limite supérieure du degré de l'intégrale; dans l'hypothèse $\varpi = 1$, l'intégrale doit satisfaire à l'égalité

$$J(y', y, x) = \int P\,dx + Q\,dy = \text{const.},$$

où J représente une intégrale simple de première espèce attachée à la surface (1). On reconnaît algébriquement si cette condition est vérifiée : il faut de plus que J n'ait que deux périodes. On est ainsi ramené au problème de la réduction des intégrales abéliennes aux intégrales elliptiques.

» Reste le cas de $\varpi = 0$. Pour fixer les idées, faisons $q = 2$, mais la méthode s'applique aussi bien, quel que soit q. Soit donc

$$(1) \qquad Ly'^2 - 2My' + N = 0$$

l'équation considérée, où L, M, N sont de degré m en x, y. Il n'existe pas en général *de points d'indétermination de* y', c'est-à-dire de valeurs de x, y qui annulent à la fois L, M, N. De tels points E, quand ils existent, sont des *nœuds* ou des *cols*. Résolvons, d'autre part, l'équation (1) par rapport à y' :

$$y' = \frac{M \pm \sqrt{M^2 - LN}}{L} = \frac{M \pm P\sqrt{QR}}{L},$$

$R = 0$ définit une intégrale singulière, $Q = 0$ le lieu des points de rebroussement des intégrales. Sur cette dernière courbe, distinguons les points E' où le coefficient angulaire de la tangente est égal à y'.

» L'intégrale de (1), lorsqu'elle est algébrique *et que* ϖ *est nul,* s'écrit

$$(2) \qquad f(x, y) = C^2\alpha - 2C\beta + \gamma = 0;$$

f désigne un polynôme de degré n en x, y, irréductible pour toute valeur de la constante C, sauf pour certaines valeurs *remarquables*. Si on élimine

C entre les équations (2) et $f'_x + f'_y y' = 0$, le résultant

$$L_1 y'^2 - 2M_1 y' + N_1 = 0$$

est de degré $(4n - 2)$ en x, y. Mais L_1, M_1, N_1 sont divisibles : 1° par $\varphi^{\lambda-1}$, si, pour une valeur c de C, f est divisible par φ^λ; 2° par ψ^μ si $\beta^2 - \alpha\gamma$ contient en facteur ψ^μ $(\mu < 1)$. Cette règle doit être modifiée quand $\psi = 0$ définit en même temps une intégrale de (1); de même, quand φ entre en facteur dans f aux puissances λ et λ' pour deux valeurs de C, L_1, M_1, N_1 sont divisibles par $\varphi^{\lambda+\lambda'-2}$.

» Quand l'équation (1) n'a pas de *nœuds*, on reconnaît aisément si son intégrale est une courbe algébrique *de genre donné*. Mais cherchons à résoudre la même question sans aucune donnée. Désignons par l le degré de φ, par k le nombre des valeurs *remarquables* de C, par r le degré de l'intégrale singulière $R = 0$. On trouve

$$m + 2 - r = 2n - \Sigma l(\lambda - 1) = (2 - k)n + \Sigma l.$$

» Ceci suppose, toutefois, que la quantité $M^2 - LN$ ne contient aucun facteur χ^σ $(\sigma > 1)$ qui, égalé à zéro, définisse une intégrale singulière; sinon il faut modifier la formule. Ce cas, où l'équation admet une *intégrale singulière multiple*, ne se présente que s'il existe des nœuds. Dans tous les cas, le nombre des valeurs de C pour lesquelles f est une puissance d'un polynôme ne saurait excéder 8.

» De plus, si pour une valeur remarquable c on a

$$f = \varphi_1^{\lambda_1}\varphi_2^{\lambda_2}\ldots\varphi_i^{\lambda_i},$$

la courbe $\varphi_1 = 0$ rencontre une au moins des courbes $\varphi_i = 0$ (soit $\varphi_2 = 0$) en un des points E ou E'. Quand ce point P est un nœud, il passe par ce point au moins deux branches remarquables isolées qui appartiennent aux courbes $\varphi_1 = 0$, $\varphi_2 = 0$. Nous disons alors qu'*un col est confondu avec un nœud*. De là une limite supérieure du nombre k. En étudiant les intégrales dans le voisinage de P, par les méthodes de M. Poincaré, on peut d'ailleurs calculer la valeur irréductible $\frac{l_2}{l_1}$ du rapport $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$. Ce rapport est nécessairement égal à 1 aux points E'.

» De là résulte ce théorème : *On reconnaît algébriquement si l'intégrale d'une équation* (1) *est algébrique et correspond au cas de* $\varpi = 0$:

» 1° *Quand l'équation* (1) *n'admet pas de points d'indétermination;*

» 2° *Quand elle n'admet pas de cols par lesquels passent plusieurs branches isolées;*

» 3° *Lorsqu'il existe de tels cols, mais que les nombres* l_1, l_2, ... *sont, pour chacun de ces points, ou égaux à l'unité ou plus grands que* 5.

» Au cas où il existe des nœuds, le théorème suppose essentiellement que l'équation (1) *n'admet pas d'intégrale singulière multiple*. La méthode est encore en défaut *quand* $m+2-r$ *est nul, ou quand,* $m+2-r$ *étant positif, l'équation admet une intégrale particulière de degré* $(m+2-r)$.

» Ce théorème subsiste, quel que soit q. Pour $q=1$, les dernières restrictions sont inutiles. Pour q quelconque, on peut énoncer notamment cette proposition : *Quand une équation du premier ordre n'admet ni cols ni intégrales singulières multiples, on reconnaît algébriquement si son intégrale est algébrique, ou l'on ramène l'équation à une quadrature.* Il y a exception si $m+q-r$ est nul, ou si, $m+q-r$ étant positif, il existe une intégrale particulière de degré $m+q-r$; r est le degré de l'intégrale singulière.

» Voici d'autres résultats relatifs à une question différente. Soit $F=0$ une équation irréductible entre y' et y, de degré q en y', dont les coefficients sont des fonctions quelconques de x, et soit m le plus grand des nombres m_i+i; m_i est le degré en y du coefficient de y'^i. *On reconnaît algébriquement si l'intégrale de cette équation ne prend qu'un nombre donné* n *de valeurs autour des points critiques mobiles, et l'équation s'intègre alors par quadrature, à moins que* n *ne soit précisément égal à* $\frac{m+q-r}{2}$; r *est le degré en* y *de l'intégrale singulière. Dans ce dernier cas, il peut rester à intégrer une équation de Riccati.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales des équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. **J. Collet**, présentée par M. Darboux.

« Une équation aux dérivées partielles étant donnée,

$$F(z, x_i, p_k) = 0 \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n),$$

les *éléments initiaux* (z^0, x_i^0, p_k^0) définissant les *caractéristiques* qui engendrent une de ses intégrales devront former une *multiplicité intégrale* $(M_{n-1})^0$ d'ordre $n-1$, c'est-à-dire, devront dépendre de $n-1$ variables

indépendantes et satisfaire aux équations.

$$(1)\qquad F(z^0, x_i^0, p_k^0) = 0,$$

$$(2)\qquad dz^0 - p_1^0\, dx_1^0 - p_2^0\, dx_2^0 - \ldots - p_n^0\, dx_n^0 = 0.$$

» Une telle multiplicité renferme toujours une *multiplicité ponctuelle* $(P_{n-q})^0$, d'ordre $n-q$, $(1 \leqq q \leqq n)$, définie par

$$(3)\qquad \varphi_h(z^0, x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0) = 0 \qquad (h = 0, 1, 2, \ldots, q).$$

» Les autres relations déterminant $(M_{n-1})^0$ sont l'équation (1) et les suivantes (4) qui résultent des équations (2) et (3),

$$(4)\qquad \begin{cases} \lambda_0 \dfrac{\partial \varphi_0}{\partial z^0} + \lambda_1 \dfrac{\partial \varphi_1}{\partial z^0} + \ldots + \lambda_q \dfrac{\partial \varphi_q}{\partial z^0} = -1, \\ \lambda_0 \dfrac{\partial \varphi_0}{\partial x_k^0} + \lambda_1 \dfrac{\partial \varphi_1}{\partial x_k^0} + \ldots + \lambda_q \dfrac{\partial \varphi_q}{\partial x_k^0} = p_k^0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, n). \end{cases}$$

Les paramètres $\lambda_0, \lambda_1, \ldots, \lambda_q$ doivent être éliminés.

» Pour chaque point de $(P_{n-q})^0$, dont $n-q$ coordonnées sont arbitraires, on pourra donc choisir à volonté $q-1$ des quantités $p_1^0, p_2^0, \ldots, p_n^0$, les autres étant définies, pour chaque point, par les équations (1) et (4).

» *L'ensemble de toutes les caractéristiques qu'on peut ainsi définir constitue une multiplicité intégrale d'ordre n, c'est-à-dire une intégrale dont nous nous proposons de former l'équation.*

» Soit une intégrale complète

$$V(z, x_1, x_2, \ldots, x_n, a_1, \ldots, a_n) = 0.$$

Comme l'équation (1) peut être remplacée par les suivantes,

$$\begin{gathered} V^0 = V(z, x_1, \ldots, x_n, a_1, \ldots, a_n) = 0, \\ \frac{\partial V^0}{\partial x_i^0} + p_i^0 \frac{\partial V^0}{\partial x_n^0} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \end{gathered}$$

le système (4) deviendra

$$(5)\qquad \begin{cases} \mu_0 \dfrac{\partial \varphi_0}{\partial z^0} + \mu_1 \dfrac{\partial \varphi_1}{\partial z^0} + \ldots + \mu_q \dfrac{\partial \varphi_q}{\partial z^0} = \dfrac{\partial V^0}{\partial z^0}, \\ \mu_0 \dfrac{\partial \varphi_0}{\partial x_k^0} + \mu_1 \dfrac{\partial \varphi_1}{\partial x_k^0} + \ldots + \mu_q \dfrac{\partial \varphi_q}{\partial x_k^0} = \dfrac{\partial V^0}{\partial x_k^0} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n), \end{cases}$$

» D'autre part, les caractéristiques étant définies par

$$V = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial a_i} + b_i \frac{\partial V}{\partial a_n} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

en exprimant que l'une d'elles passe en un point de $(P_{n-q})^0$, on aura, pour cette caractéristique,

$$(6) \qquad V = 0, \quad V^0 = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial a_i} + \lambda \frac{\partial V^0}{\partial a_i} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Si l'on élimine alors les $2n + q + 3$ quantités λ, μ_0, μ_1, ..., μ_q; z^0, x_1^0, ..., x_n^0; a_1, a_2, ..., a_n entre les $2n + q + 4$ équations (3), (5), (6), on aura l'*intégrale cherchée. C'est le lieu des caractéristiques déterminées par les éléments de la multiplicité intégrale* $(M_{n-1})^0$, *définie elle-même par la multiplicité ponctuelle donnée* $(P_{n-q})^0$.

» Cette solution n'est autre que l'*intégrale générale* correspondant à la relation entre a_1, a_2, ..., a_n, fournie par $V^0 = 0$, quand z^0, x_1^0, ..., x_n^0 y sont remplacés par leurs valeurs tirées de (3) et de (5) après l'élimination des μ. L'intégrale générale serait alors définie par

$$(7) \quad V = 0, \quad V^0 = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial a_i} + \lambda \left(\frac{\partial V^0}{\partial a_i} \right) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où l'on a posé

$$\left(\frac{\partial V^0}{\partial a_i} \right) = \frac{\partial V^0}{\partial a_i} + \frac{\partial V^0}{\partial z^0} \frac{\partial z_0}{\partial a_i} + \frac{\partial V^0}{\partial x_1^0} \frac{\partial x_1^0}{\partial a_i} + \ldots + \frac{\partial V^0}{\partial x_n^0} \frac{\partial x_n^0}{\partial a_i}.$$

Mais de (5) on déduit

$$\frac{\partial V^0}{\partial z^0} dz^0 + \frac{\partial V^0}{\partial x_1^0} dx_1^0 + \ldots + \frac{\partial V^0}{\partial x_n^0} dx_n^0 = 0;$$

donc les systèmes (6) et (7) sont bien identiques.

» Les résultats qu'on vient d'obtenir par la considération des caractéristiques peuvent, d'ailleurs, s'établir avec la plus grande facilité en suivant la méthode de la variation des arbitraires de Lagrange.

» Une intégrale générale étant représentée par les équations

$$V = 0, \qquad \Theta(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n, a_1, \ldots, a_n) = 0,$$
$$\varphi_h(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n) = 0 \qquad (h = 0, 1, \ldots, q),$$
$$\frac{\partial V}{\partial a_i} + \lambda \frac{\partial \Theta}{\partial a_i} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$
$$\mu_0 \frac{\partial \varphi_0}{\partial \alpha_k} + \mu_1 \frac{\partial \varphi_1}{\partial \alpha_k} + \ldots + \mu_q \frac{\partial \varphi_q}{\partial \alpha_k} = \frac{\partial \Theta}{\partial \alpha_k} \qquad (k = 0, 1, \ldots, n),$$

si l'on définit la fonction arbitraire Θ, en posant

$$\Theta = V(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n, a_1, \ldots, a_n),$$

on retrouvera la solution précédemment obtenue; et il est facile de vérifier que, non seulement elle contient la multiplicité $(P_{n-q})^0$, mais encore qu'elle est le lieu de toutes les caractéristiques dont les éléments initiaux constituent la multiplicité intégrale $(M_{n-1})^0$ définie par $(P_{n-q})^0$.

» Le cas d'une *équation linéaire* exige un examen particulier. Alors, l'*intégrale considérée sera définie,* non plus par une équation unique en général, mais *par un système de q équations entre les seules coordonnées z*, $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Pour chaque point de cette intégrale, les équations analogues à (4) constitueront, avec l'équation différentielle, les $n-q+1$ relations qui relient les valeurs de $p_1, p_2, \ldots, p_n$; et comme, en chaque point, $n-q+1$ coordonnées sont arbitraires, la multiplicité intégrale ainsi obtenue sera bien d'un ordre égal à n. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations abéliennes.* Note de M. A. **Pellet**.

« 1. Appelons Δ, selon l'usage, le produit des carrés des différences des racines d'une équation. Pour une équation abélienne de degré impair, Δ est un carré parfait, et, pour une équation abélienne de degré pair $2m$, $\sqrt{\Delta}$ est une irrationnelle qui, adjointe aux quantités connues, permet de décomposer son premier membre en un produit de deux facteurs d'égal degré m. Soient δ, δ_1 les Δ relatifs à ces facteurs; ce sont des fonctions rationnelles de $\sqrt{\Delta}$ conjuguées, c'est-à-dire qu'on obtient l'une en remplaçant $\sqrt{\Delta}$ par $-\sqrt{\Delta}$ dans l'autre. Si m est pair, $\sqrt{\delta}$ et $\sqrt{\delta_1}$ sont des irrationnelles équivalentes; on a donc $\delta_1 = u^2\delta$, u étant une fonction rationnelle de $\sqrt{\Delta}$; d'où $\delta = u_1^2\delta_1$, u_1 étant la conjuguée de u, et $u^2u_1^2 = 1$. D'ailleurs, on a $d^2\delta\delta_1 = \Delta$, d étant une quantité rationnelle avant l'adjonction de $\sqrt{\Delta}$; donc $d^2u^2\delta^2 = \Delta$, $\delta = \frac{1}{a}\sqrt{\Delta}u$; d'où $\delta_1 = -\frac{1}{a}\sqrt{\Delta}u_1$ et $\delta\delta_1 = -\frac{\Delta}{a^2}uu_1$, ce qui donne $uu_1 = -1$.

» 2. Appliquons à l'équation binôme $\frac{x^p-1}{x-1} = 0$. On a

$$\Delta = (-1)^{\frac{p(p-1)}{2}} p^{p-2},$$

ou simplement p^{p-2}, si $p-1$ est divisible par 4. Ici d, δ, δ_1 sont des nombres entiers algébriques, et de la relation $d^2\delta\delta_1 = p^{p-2}$ on déduit que δ et δ_1 doivent être des fonctions entières à coefficients entiers de $\sqrt{p}$. Soient a et b deux entiers positifs satisfaisant à la relation $a^2 - b^2p = -1$, et, pour fixer les idées, choisis de manière à rendre la somme $a + b\sqrt{p}$ minimum; on reconnaît que δ doit avoir la forme

$$\pm (bp - a\sqrt{p})p^k(a - b\sqrt{p})^{2k_1},$$

k et k_1 étant des entiers, le premier positif. Mais δ doit être négatif, si $\frac{p-1}{4}$ est impair, et positif dans le cas contraire; donc, pour avoir les irrationnelles de l'équation aux quatre périodes, il faut se donner $\sqrt{-(bp - a\sqrt{p})}$ dans le premier cas, et $\sqrt{bp - a\sqrt{p}}$ dans le second.

» D'après la méthode de Gauss, il faut adjoindre $\sqrt{-2(p - \alpha\sqrt{p})}$ dans le premier cas et $\sqrt{2(p + \alpha\sqrt{p})}$ dans le second, α étant déterminé par les deux conditions $\alpha^2 + 4\beta^2 = 1$, $\alpha \equiv -1 \pmod 4$; il en résulte que le produit $-2(\alpha \mp \sqrt{p})(a + b\sqrt{p})$ est le carré d'une fonction entière de $\sqrt{p}$.

» Cette méthode fait dépendre la connaissance des irrationnelles de l'équation aux huit périodes de celle des unités complexes de l'équation aux quatre périodes.

» 3. De ce qui précède, on peut déduire le caractère biquadratique de tout nombre premier q, autre que 2, divisant l'un des nombres u ou v reliés par l'équation $u^2 - v^2p = -1$. Si q divise u, il est résidu quadratique mod. p; si $p - 1$ est divisible par 8, q est résidu biquadratique (mod. p) si v est résidu quadratique mod. q, et non résidu biquadratique (mod. p) si v est non résidu quadratique mod. q; si $p - 1$ n'est pas divisible par 8, q est résidu biquadratique (mod. p) si $-v$ est résidu quadratique (mod. q) et non résidu biquadratique lorsque $-v$ est non résidu quadratique (mod. q).

» Si q divise v, p et q sont en même temps résidus quadratiques ou non résidus quadratiques l'un par rapport à l'autre. Supposons q résidu quadratique mod p. Si q est de la forme $8k + 1$, p et q sont en même temps résidus biquadratiques ou non résidus biquadratiques l'un par rapport à l'autre; si q est de la forme $8k + 5$, q est résidu quadratique (mod. p) si p est non résidu biquadratique (mod. q), et *vice versa*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches de thermo-électricité.* Note de MM. **Chassagny** et **Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Ainsi que nous l'annoncions dans une Communication antérieure ([1]), nous avons étendu nos mesures de forces électromotrices à différents couples thermo-électriques.

» Nous rappelons que ces mesures sont faites par une méthode d'opposition et que, dans chaque série d'expériences, les fils des métaux étudiés, soigneusement isolés, sont soudés à l'une de leurs extrémités dans une même petite masse de cuivre rouge, pour assurer l'identité de température des soudures chaudes, les soudures froides étant maintenues dans la glace fondante. Les températures du bain où plonge la soudure multiple, évaluées au moyen d'un thermomètre à mercure de M. Tonnelot, sont réduites à l'échelle du thermomètre à hydrogène à l'aide des Tables fournies par le Bureau international des Poids et Mesures où notre thermomètre a été étalonné.

» Dans l'étude du couple fer-cuivre, nous étions arrivés à ce résultat : « qu'une formule parabolique à deux termes est tout à fait insuffisante » pour relier les forces électromotrices aux températures correspondantes » du thermomètre à hydrogène; les températures évaluées à l'aide d'une » telle formule calculée pour 0°, 50°, 100° présentant, en effet, sur les » températures observées des écarts de 0°,12 à 25° et de + 0°,13 à » 75° ([2]) ».

» Or ce fait n'est pas particulier au couple fer-cuivre; il se présente également pour tous les couples que nous avons étudiés, et ces écarts présentent entre eux une remarquable identité.

» Voici d'abord le Tableau des forces électromotrices observées :

	$E_0^{100°}$.	$E_0^{75°}$.	$E_0^{50°}$.	$E^{25°}$.
Fer-cuivre..........	0,0010932	0,0008649	0,0006048	0,0003155
Fer-platine rhodié...	0,0008951	0,0007089	0,0004961	0,0002591
Fer-argent..........	0,0011230	0,0008856	0,0006174	0,0003211
Fer-platine	0,0016851	0,0012789	0,0008599	0,0004321

([1]) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 477, 602, 732; 1890.

([2]) Une interversion de signe nous avait fait dire + 0°,12 et — 0°,13.

» La nécessité de n'employer que des fils suffisamment homogènes, pour que la force électromotrice d'un couple ne dépende que des températures des soudures, a rendu impossible toute mesure sur le nickel.

» En calculant pour chacun de ces couples une expression de la forme

$$E_0^t = at + bt^2,$$

qui donne à 50° et 100° les valeurs observées, on trouve que, d'après cette formule, les forces électromotrices mesurées à 25° et 75° correspondraient respectivement aux températures suivantes :

Fer-cuivre	24°,88	75°,13
Fer-platine rhodié	24,885	75,135
Fer-argent	24,87	75,135
Fer-platine............	24,87	75,135
Moyennes.........	24,875	75,135

Les nombres de chacune de ces deux colonnes sont identiques au degré même de la précision des lectures sur le thermomètre à mercure.

» Il résulte nettement de ce dernier Tableau qu'en adoptant l'échelle du thermomètre à hydrogène *la marche d'aucun de ces couples n'est parabolique, et que leurs pouvoirs thermo-électriques sont représentés non par des droites, mais par des courbes tournant toutes leur concavité vers l'axe des températures*.

» Mais, si l'on adoptait une échelle où les températures 0° ; 24°,875 ; 50° ; 75°,13 ; 100° correspondraient respectivement aux températures 0°, 25°, 50°, 75°, 100° du thermomètre à hydrogène, *les courbes représentatives des forces électromotrices de tous ces couples entre* 0° *et* 100° *deviendraient très exactement des paraboles, et celles de leurs pouvoirs thermo-électriques des droites*.

» Nous ferons remarquer que les résultats qui précèdent s'appliquent également aux six autres couples que l'on peut former en groupant autrement les métaux employés, couples qui ont été mesurés, eux aussi, en vue d'assurer le contrôle que fournit la loi des métaux intermédiaires (¹). »

(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Détermination de la constante solaire.* Note de M. R. Savélief, présentée par M. Janssen.

« Dans ses remarques sur les résultats des observations actinométriques faites par moi à Kief en 1890 ([1]), M. Crova ([2]) fait observer que c'est surtout pendant l'hiver que l'actinomètre enregistreur donne les résultats les plus intéressants. Les observations enregistrées pendant l'hiver et le commencement du printemps de l'année 1891 au moyen de l'actinographe de M. Crova m'ont en effet donné une seule courbe absolument symétrique, mais assez remarquable.

» Le 26 décembre 1890, le ciel a été du matin au soir d'un bleu pur, sans aucun nuage visible; la variation du baromètre n'a été pendant vingt-quatre heures que de $0^{mm},5$; la température de l'air a varié de -17 C, 5 à -22 C, 4, et la tension de la vapeur d'eau s'est maintenue entre $0^{mm},7$ et $0^{mm},9$; pendant la nuit, l'actinomètre a été arrêté par la gelée; mais l'instrument a été remis en état, et à 10^h du matin a pu fonctionner régulièrement.

» La courbe de cette journée a été complètement symétrique par rapport à l'ordonnée de midi et tout à fait régulière; j'ai tracé sa courbe enveloppe, et je l'ai calculée au moyen des formules de M. Crova ([3])

$$y = \frac{Q}{(1+x)^p}, \qquad \text{sous-tang} = c(1+x), \qquad T = e^{\frac{p}{1+x}}.$$

» La valeur de p dépendant de la transmissibilité T a été trouvée égale à $0,647 \pm 0,018$ pour des masses atmosphériques traversées, x variant de 4 à 10; au moyen de ce facteur, j'ai calculé sept valeurs de la constante solaire Q, comprises entre $3^{cal},571$ et $3^{cal},609$; leur valeur moyenne est $3^{cal},589$.

» En la multipliant par le carré du rayon vecteur du Soleil pour cette journée, j'ai obtenu pour la constante solaire, réduite à la distance moyenne du Soleil à la Terre, le nombre $Q_m = 3^{cal},47$.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 481.

([2]) *Ibid.*, p. 482.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, août 1888.

» On sait que M. Langley a obtenu, au moyen de ses remarquables observations bolométriques, $3^{cal},0$ comme valeur de la constante solaire.

» J'ai discuté avec beaucoup d'attention ces valeurs numériques, et le résultat que j'ai obtenu me paraît absolument hors de doute; en effet :

» 1° En étendant mes calculs depuis l'épaisseur atmosphérique 10 jusqu'à l'épaisseur 16, j'ai obtenu pour p et Q des valeurs presque identiques à celles que je viens d'indiquer.

» 2° La valeur en calories des ordonnées de la courbe de l'actinographe, le 26 décembre, $67^{mm},8$, est exacte, car pour la courbe du 21 décembre elle était $67^{mm},6$, et pour celle du 1er février $69^{mm},1$ pour une calorie.

» 3° Pendant cette période, le vent a été très faible et ne peut avoir influé sur les indications de l'instrument, alors que son action est insensible par des vents assez forts.

» 4° Les conditions météorologiques ont été très favorables; en effet, d'après les indications du *Bulletin de l'Observatoire physique central de Saint-Pétersbourg*, nous avons eu, avant le 26 décembre, dans la Russie d'Europe, quelques journées de grandes gelées, avec des vents d'est et nord-est à Kief, sous l'influence d'un maximum barométrique sur la Russie centrale; le sol était recouvert d'une épaisse couche de neige, et l'atmosphère à Kief devait contenir une très faible quantité de vapeur d'eau et de poussières.

» 5° La valeur 0,647 du facteur p, déterminée le 26 décembre, ne dépasse pas la limite qu'elle atteint par les plus belles journées; ainsi, j'ai trouvé, pour le 7 janvier 1889, $p = 0,629$ (1). M. Crova (2) a trouvé à Montpellier, aux dates suivantes :

	23 nov. 1886.	27 nov. 1885.	13 août 1888.	19 août 1888.
p	0,602	0,643	0,738	0,532

Ainsi la valeur de p que j'ai obtenue le 26 décembre ne présente rien d'exceptionnel; il en est donc de même de la transmissibilité.

» Il y a d'autant moins lieu de douter de la valeur élevée que je viens d'obtenir pour la constante solaire, qu'il est certain que nous ne pouvons déterminer à la surface de la Terre la totalité de la chaleur qui arrive aux limites de l'atmosphère.

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 287.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXI, octobre 1890.

» Comme le dit M. Crova ([1]), « cette valeur ne représente que l'intensité qu'aurait aux limites de l'atmosphère l'ensemble des radiations qui » ont pu arriver sans être totalement absorbées jusqu'au lieu où elles » ont été mesurées ».

» On peut conclure de ce qui précède que, le 26 décembre 1890, la transmissibilité de l'atmosphère n'a rien présenté d'exceptionnel, mais que les minimes quantités de vapeur d'eau et de poussières, contenues dans l'atmosphère à cette époque, ont permis à des radiations qui d'ordinaire n'atteignent pas la surface du sol d'arriver jusqu'à elle, et que c'est à cette circonstance qu'est due la valeur très élevée de la constante solaire que j'ai obtenue. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le mouvement de balancement rythmé de l'eau des lacs (seiches).* Note de M. **P. du Boys**.

« On observe dans les lacs, et particulièrement dans le lac Léman, des mouvements de balancement de l'eau dont la surface s'élève et s'abaisse successivement dans toute une région, et s'abaisse, puis s'élève en même temps dans l'autre région, suivant un rythme oscillatoire régulier. Ces deux régions sont séparées par une ligne où le niveau reste invariable et qu'on appelle un *nœud*.

» Ces mouvements ont été décrits depuis longtemps sous le nom de *seiches* ([2]). Ils doivent être attribués à une cause (variation locale rapide de la pression atmosphérique) agissant au commencement du phénomène et laissant ensuite l'eau osciller librement sous la seule action de la pesanteur.

» Les équations différentielles de ce mouvement oscillatoire peuvent être posées directement; mais il ne paraît pas possible d'en tirer parti quand la profondeur varie d'un point à l'autre du profil du bassin.

» Pour tourner cette difficulté, on peut identifier le mouvement de balancement avec le mouvement de propagation d'une onde solitaire d'une

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XIX, p. 167.

([2]) Voir les travaux de M. F.-A. Forel, de Morges, entre autres : *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 107, 1875; t. LXXXIII, p. 712, 1876; t. LXXXVI, p. 1500, 1878; t. LXXXIX, p. 859, 1879. — *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, t. XII et XIII, Lausanne, 1873 et 1875. — *Arch. des Sc. phys. et nat.*, Genève, *passim*.

longueur double de la longueur du bassin et enfermée dans ledit bassin, de telle sorte que les deux extrémités de l'onde, après réflexion contre les parois extrêmes, se rejoignent et marchent ensemble. Alors deux points de l'onde interfèrent en chaque point du profil du bassin, l'un des points de l'onde marchant dans un sens, l'autre marchant en sens contraire.

» La demi-période du mouvement de balancement, c'est-à-dire le temps t pendant lequel l'eau monte ou descend en un point du bassin, est égale au temps que le sommet de l'onde met à parcourir la longueur l du bassin. Or la vitesse ω de propagation de l'onde est, pour une intumescence de très faible hauteur, en un point où la profondeur est h,

$$\omega = \sqrt{gh}.$$

» Dès lors, si s est l'abscisse de ce point à partir de l'origine du bassin, on peut écrire

$$t = \int_0^l \frac{ds}{\omega} = \int_0^l \frac{ds}{\sqrt{gh}},$$

h étant une fonction de s.

» Cette formule pourra être appliquée à un bassin à fond irrégulier, en décomposant le profil en sections de longueur s_i correspondant à des profondeurs extrêmes h_i et h_{i+1}, entre lesquelles le profil du fond sera assimilé à une ligne droite; la valeur de t prendra alors la forme

$$t = \frac{2}{\sqrt{g}} \sum \frac{s_i}{\sqrt{h_i} + \sqrt{h_{i+1}}}.$$

» Pour que le mouvement donne lieu à un nœud, c'est-à-dire à un niveau invariable en un point fixe, il faut que le profil de l'onde génératrice du mouvement, supposée se propageant dans un canal à fond horizontal, soit symétrique par rapport à la verticale passant par son sommet, et que les deux demi-ondes en avant et en arrière du sommet soient elles-mêmes symétriques par rapport à leur milieu.

» Dans ce cas, deux points de l'onde distincts, d'une longueur telle que cet espace soit parcouru dans un temps égal à t, auront des ordonnées dont la somme sera constante. Deux points ainsi définis interféreront toujours en un point du bassin tel que, pour arriver de ce point à l'une des extrémités du bassin, il faille un temps $\frac{t}{2}$.

» Ce point sera un nœud; car, si l'onde se déforme en passant sur des

profondeurs variables, en un point donné du bassin, la hauteur de l'intumescence reste toujours proportionnelle à la somme des intumescences des deux points correspondants de l'onde génératrice : elle est donc constante pour ce point, qui réalise ainsi la condition caractéristique du nœud.

» En appliquant cette méthode au profil que l'on obtient en rectifiant la ligne de thalweg du lac Léman, on trouve des résultats qui s'écartent très peu de ceux de l'observation, sans qu'il y ait lieu de tenir compte des variations de la profondeur dans les sections transversales du lac. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un nouvel appareil de sondage portatif, à fil d'acier.* Note de M. **Émile Belloc**, présentée par M. Janssen.

« Ceux qui se livrent à des travaux scientifiques dans les montagnes savent combien il est urgent de réduire au strict nécessaire le poids et le volume des appareils. Cette considération et les études que je poursuis depuis plusieurs années dans les lacs de la haute montagne, notamment dans les Pyrénées, m'ont amené à imaginer un petit instrument de sondage et de recherches, d'une grande légèreté, pourvu des organes les plus essentiels, et dont la précision ne laisse rien à désirer.

» Cette petite machine, pesant moins de 4^{kg}, avec laquelle j'ai déjà fait un grand nombre d'expériences diverses, m'a servi de modèle pour combiner un nouvel appareil également portatif, et muni, comme le premier, d'un fil d'acier, mais plus robuste et approprié aux recherches sous-marines.

» En voici la description :

» Un bâti formé de deux flasques parallèles en bronze, que réunissent des entretoises de même métal, est solidement fixé sur une forte planchette servant, en même temps, de socle à la machine et de fond à la caisse d'emballage [1] destinée à la transporter.

» Un tambour en fonte est calé sur l'arbre principal de la machine. Il peut enrouler environ 1100^{m} de fil d'acier de $\frac{8}{10}$ de millimètre, ou 2000^{m} de fil de $\frac{5}{10}$. Les deux extrémités de l'arbre reçoivent chacune une manivelle destinée à manœuvrer l'appareil pour remonter la sonde.

» A droite du tambour, une roue à rochet permet d'arrêter brusque-

---

(1) Les dimensions de cette caisse, égales, à l'épaisseur du bois près, à celles de la machine, sont $0,30 \times 0,45 \times 0,50^{cm}$. Le poids de l'appareil est d'environ 20^{kg}.

ment la machine. A gauche une gorge peut laisser passer une lame de frein dont le double rôle est de régulariser le déroulement du fil et de signaler automatiquement la fin de la course du poids de sonde.

» Du tambour autour duquel il s'enroule, le fil passe sur une poulie plus élevée et, de là, il est renvoyé sur une seconde roue située à la partie inférieure et à demi plongée dans un auget pouvant contenir une matière destinée à protéger le fil contre l'oxydation. Cette roue est supportée par un levier qui agit sur le frein pour indiquer le moment précis où la sonde touche le fond. Ensuite le fil remonte verticalement dans la gorge d'une poulie métrique, c'est-à-dire munie d'un compteur de tours à cadran, qui a pour base deux subdivisions du mètre; il l'enveloppe complètement avant de s'engager entre deux cylindres entourés d'un feutre épais, qui servira à le sécher à la montée, et, finalement, il se coude presque à angle droit sur une quatrième poulie, placée à l'extrémité de la flèche ou bigue, qui surplombe l'endroit où la sonde doit être immergée.

» Les excès de tension sont atténués par le frein automoteur, qui se règle facilement à l'aide d'une patte à ressort placée au bas du tambour et à l'arrière de la machine. Le compteur est actionné par une vis sans fin sur l'axe de laquelle est fixée la poulie métrique.

» La flèche est démontable à son point d'attache. A l'aide d'une disposition fort simple, on peut, selon les besoins du moment, changer sa direction à droite ou à gauche, lui permettre un mouvement de va-et-vient entre deux points déterminés, ou l'immobiliser sur un point quelconque du plan horizontal dans lequel elle se meut, sans arrêter la marche de la machine. Il en résulte que l'opérateur peut, sans se pencher hors du bateau, manœuvrer la flèche et, par conséquent, ramener la ligne de sonde contre le bord ou à l'intérieur de l'embarcation, pour y attacher les poids de sonde ou les instruments destinés aux recherches. L'arc de cercle que la flèche est capable de décrire peut atteindre 180°.

» Afin d'adoucir les frottements, les poulies sont en bronze, tandis que les axes sont en acier. Ceux-ci ont été calculés pour ne jamais supporter un effort supérieur à 2^{kg} par millimètre carré.

» Les chapeaux des paliers, disposés comme des susbandes d'affûts, sont facilement démontables, n'étant tenus que par des chevilles à ergot.

» Réduit au minimum de poids et de volume, cet appareil peut recevoir des applications fort nombreuses; et, quoiqu'il soit principalement destiné à l'étude des eaux et des fonds marins et lacustres, il peut être utilisé en dehors de l'élément liquide, pour mesurer verticalement la profon-

deur de toute cavité, ou la hauteur de toute élévation dont le sommet est praticable et la base peu accessible.

» Si rapide et si incomplète que soit la description qu'on vient de lire, de cet appareil et des applications diverses auxquelles il se prête, elle permet cependant de se faire une idée des services que peuvent en attendre les marins, les ingénieurs hydrographes et les explorateurs.

» En dehors même des études savantes, il est incontestable que la marine, pour ses sondages courants, aurait tout avantage à se servir d'un appareil de ce genre, précis et parfaitement maniable; dans lequel le fil d'acier, toujours égal, à peu près inextensible, ne donnant, à cause de son faible diamètre et du poli de sa surface, aucune prise aux courants, remplacerait le fil ordinaire en matière textile, déroulé à la main, qui s'allonge ou se raccourcit et ne peut fournir que des résultats approximatifs.

» Grâce à l'intervention de M. le baron J. de Guerne, j'ai pu soumettre à S. A. le Prince Albert de Monaco, durant la période d'armement scientifique de son nouveau yacht, *la Princesse Alice*, les plans de mon nouvel appareil. Le Prince ayant bien voulu en faire exécuter un, son exemple a été immédiatement suivi par M. A. Delebecque, ingénieur des Ponts et Chaussées, à Thonon, dont l'Académie connaît les travaux sur les lacs de la Savoie (1). Il y a lieu d'espérer que cet appareil, mis en œuvre de plusieurs côtés à la fois, aura satisfait très prochainement à l'épreuve décisive que lui feront subir les praticiens compétents. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude sur le* « gradient » *appliqué à la prévision du temps*. Note de M. G. Guilbert, présentée par M. Mascart.

« Dans l'étude des cyclones on a découvert de remarquables rapports entre la force du vent et le gradient barométrique.

» Ces rapports ont été exprimés ainsi :

« Toutes choses égales d'ailleurs, la vitesse du vent autour d'un cyclone » est en raison de la pente atmosphérique : elle est d'autant plus grande » que les courbes isobares sont plus rapprochées l'une de l'autre (2). »

» De plus, la Météorologie enseigne :

» 1° Que la force du vent, à gradient égal, est beaucoup plus faible dans le demi-cercle maniable que dans le côté dangereux;

---

(1) Delebecque, *Comptes rendus*, 22 décembre 1890, 5 janvier et 20 avril 1891.

(2) *La Météorologie appliquée à la prévision du temps*, par M. Mascart.

» 2° Qu'au centre du cyclone, ou dans la zone centrale, le vent est nul ou affaibli.

» Or l'étude attentive des bourrasques révèle de fréquentes et considérables *exceptions* à ces règles, et il n'est pas rare de constater :

» 1° Un vent fort avec gradient faible ;

» 2° Un vent fort ou violent dans le demi-cercle maniable ;

» 3° Le vent conserver sa vitesse près du centre, ou dans la zone centrale.

» De nos recherches, il ressort que :

» Toutes les fois qu'une exception de ce genre aura été constatée elle sera suivie d'une hausse barométrique dans un délai maximum de — 24 heures. Cette hausse, en général, sera d'autant plus importante que l'anomalie aura été plus considérable.

» L'élévation de la pression surviendra le plus souvent du côté de l'Europe où l'exception se sera produite et dans une direction perpendiculaire au vent proportionnellement trop fort.

» En d'autres termes, tout excès de vent sur la normale emporte comme conséquence une augmentation de pression.

» Inversement, toutes les fois que le vent sera proportionnellement trop faible par rapport au gradient, la baisse barométrique surviendra dans les — 24 heures et sera d'autant plus forte que l'anomalie aura été plus remarquable.

» Ces règles sont générales ; elles trouvent à s'appliquer dans la grande majorité des jours, *plus de* 300 *jours par an*, sur toutes les régions de l'Europe, *sans exception*, et permettent ainsi de *prévoir* les fluctuations barométriques, soit en hausse, soit en baisse, — 24 heures à l'avance, et avec une proportion de succès de plus de 90 pour 100.

» Il est évident que cette connaissance anticipée de la hausse ou de la baisse du baromètre sur divers points doit entraîner les plus profondes modifications dans la prévision du temps; l'application de nos nouveaux principes amènera donc inévitablement une *transformation partielle* du système actuel de prévision.

» On ne tardera pas à reconnaître que ces nouvelles bases permettent de prévoir soit approximativement, soit avec une certitude absolue :

» 1° La vitesse du centre de dépression, inconnue jusqu'à ce jour, d'après la méthode isobarique;

» 2° La direction de la bourrasque et, par conséquent, sa position future;

» 3° L'arrivée des anticyclones, alors même que les hautes pressions n'existent nulle part;

» 4° La force et la direction des vents, qui dépendent à la fois des centres de dépression et des mouvements des anticyclones;

» 5° La fin d'une tempête qui vient d'éclater, le retour au calme, la cessation du gros temps;

» 6° L'avenir d'une bourrasque survenue à l'improviste, qui peut, ou se combler, ou se creuser, soit sur place, soit dans sa course;

» 7° L'anéantissement, dans les vingt-quatre heures, d'un centre de dépression, même de tempête.

» Ce dernier phénomène est très remarquable; il se produit quand le centre se trouve entouré de vents proportionnellement trop forts d'après le gradient. D'après nos principes, la hausse doit alors survenir de tous côtés; il en résulte logiquement la suppression du minimum barométrique.

» J'appelle ce phénomène du nom de *compression du cyclone*.

» Notre étude des *exceptions* sur les Cartes isobariques nous a permis de constater et d'expliquer d'autres anomalies très importantes.

» Ainsi, la station de Skudesnoës obéit à un régime spécial, et le vent nord-est, principalement sur la Manche, suit également des lois toutes particulières.

» Par exemple, un vent fort de nord-est sur la Manche, en excès sur la normale, pourra être suivi néanmoins de baisse barométrique.

» L'écoulement naturel de l'air froid vers les régions chaudes justifierait cette baisse anormale, mais il y a d'autres causes :

» Le vent nord-est sur la Manche sera suivi de baisse barométrique si la pression diminue au sud. Il amènera une hausse, au contraire, si le baromètre monte au sud ou si ce vent nord-est est la conséquence de l'arrivée d'un cyclone sur les îles Britanniques.

» En appliquant ces diverses règles, la prévision du temps acquerra de précieux auxiliaires; il ne lui manquera plus que l'adjonction de l'étude des *successions nuageuses* pour parvenir à une perfection inconnue jusqu'à ce jour. »

CHIMIE. — *Relation entre le poids atomique et la densité liquide.*
Note de M. AL. MOULIN.

« Le produit du poids atomique d'une substance liquide par sa densité est la somme des produits correspondants de ses éléments.

» Appelons p le poids atomique, d la densité

$$PD = pd + p'd' + \ldots \tag{1}$$

» Généralement, quand p' est petit, d' l'est. En appliquant cette remarque aux hydrures, on pourra prendre pour produit PD d'une substance la valeur pd comme première estimation. Les couples suivants donnent une vérification de ce fait sur l'oxygène et le chlore, et une recherche du produit correspondant à l'azote et au soufre :

Chlore..............	$35,5 \times 1,38 = 48,99$	Acide chlorhydrique..	$36,5 \times 1,27 = 46,3$
Oxygène...........	$16 \times 0,9 = 14,4$	Eau................	$18 \times 1 = 18$
Hydrogène sulfuré...	$34 \times 0,9 = 30,6$	Ammoniaque........	$17 \times 0,73 = 12,41$

» L'essai de ces chiffres amène les corrections suivantes :

Chlore...... 51; Oxygène.... 15; Soufre...... 32; Azote....... 12.

» Vérifications de ces coefficients densitaires :

$135 \times 1,687 = 226,5$ $102 =$ (230)	S^2Cl^2 $103 \times 1,62 = 167$ $64 + 102$ $=(166)$	$S^2O^4Cl^2$ $135 \times 1,66 = 224$ $64 + 60 + 102$ $=(226)$	SO^3, HO $49 \times 1,84 =$ $32 + 45 + 18$ $=$
HO $100,5 \times 1,78 = 179$ $05 + 18$ (174)	S^2O^5Cl, HO $116,5 \times 1,776 = 207$ $64 + 75 + 51 + 18$ $=(208)$	$S^2O^2Cl^2$ $119 \times 1,67 = 198$ $64 + 30 + 102$ $=(196)$	$S^4O^2Cl^4$ $222 \times 1,656 =$ $128 + 30 + 204$ $=($

» Quelquefois l'un des corps se condensant, il ne lui faut attribuer que la moitié de sa valeur; c'est le cas de l'oxygène dans l'eau et les exemples suivants :

$17 \times 1,452 = 24,68$ $=(24)$	S^2O^4 $64 \times 1,45 = 92,8$ $64 + 30$ $=(64)$	AzO^5, HO $63 \times 1,52 = 96$ $12 + 75 + 9$ $=(96)$	$AzO^5, 4HO$ $90 \times 1,42 =$ 1 $12 + 75 + 36$ $=(1$

» De la formule (1) nous déduisons

$$pd = PD - p'd'. \tag{2}$$

Appliquons au phosphore :

$PhCl^3$ $137,5 \times 1,61 = 221 - (3\,Cl = 153) = 68$ | $PhCl^3O^2$ $153,5 \times 1,67 = 256 - [(3\,Cl = 153) + (O^2 = 30)] =$
$PhCl^3S^2$ $168,5 \times 1,65 = 288 - [(3\,Cl = 153) + S^2 = 64] = 71$

» M. Mendéléef donne pour densité du phosphore 2,3; le produit par le poids atomique est bien le même 71,

$$31 \times 2,3 = 71,3.$$

» Déduit de l'acide carbonique, le coefficient densitaire du carbone est environ 5,5,

$$CO^2\ 22 \times 0,923 = 20,3 - 15 = 5,3.$$

Appliquons aux alcools de la série normale, aux acides et aldéhydes correspondants :

			(25)	$C^2H^2O^4$	$46 \times 1,22$	$= 56$	(55)	$C^2H^4O^2$....	$32 \times 0,814$	$= 26$	(26)
$C^4H^4O^2$..	$44 \times 0,8$	$= 35,2$	(36,5)	$C^4H^4O^4$	$60 \times 1,08$	$= 65$	(66,3)	$C^4H^6O^2$....	$46 \times 0,809$	$= 37$	(37,5
$C^6H^6O^2$..	$58 \times 0,859$	$= 49,8$	(48)	$C^6H^6O^4$	$74 \times$ (?)		(78)	$C^6H^8O^2$....	$60 \times 0,82$	$= 49$	(49)
$C^8H^8O^2$..	$72 \times 0,80$	$= 57,5$	(59,5)	$C^8H^8O^4$	$88 \times 0,988$	$= 86,9$	(89,5)	$C^8H^{10}O^2$...	$74 \times 0,81$	$= 60$	(60,5
$C^{10}H^{10}O^2$.	$86 \times 0,8244$	$= 71$	(71)	$C^{10}H^{10}O^4$	$102 \times 0,95$	$= 97$	(101)	$C^{10}H^{12}O^2$..	$88 \times 0,818$	$= 72$	(72)
$C^{12}H^{12}O^2$.			(82,5)	$C^{12}H^{12}O^4$	$116 \times 0,931$ (à 15°)	$= 108$	(112,5)	$C^{12}H^{14}O^2$..	$102 \times 0,83$	$= 86$	(83,5
$C^{14}H^{14}O^2$.	$114 \times 0,827$	$= 94$	(94)	$C^{14}H^{14}O^4$	$130 \times 0,91$ (à 24°)	$= 119$	(124)	$C^{14}H^{16}O^2$..	$110 \times 0,819$	$= 95$	(95)
$C^{16}H^{16}O^2$.	$128 \times 0,818$	$= 105$	(105,5)	$C^{16}H^{16}O^4$	$144 \times 0,88$	$= 127$	(135,5)	$C^{16}H^{18}O^2$..	$130 \times 0,83$	$= 107,9$	(106,5

» Les nombres entre parenthèses ont été établis ainsi : ceux de la première ligne en attribuant à C^2H^2 la valeur 10,5, à O^2 la valeur 15, puis à O^4 la valeur $(O^2 = 15 + O^2 = 30)$; enfin en retranchant pour la troisième colonne la valeur $O^2 - H^2 = 29$. Dans chaque colonne on passe d'une ligne à l'autre en ajoutant la valeur de $C^2H^2 = 11,5$. La correspondance entre ces nombres et les produits calculés confirme bien la règle. Le plus grand écart a lieu pour les acides; mais ceux-ci ont toujours des isomères et c'est la moyenne qu'il faudrait prendre. Ainsi l'isomère de l'acide caprylique est le caproate d'éthyle de densité 0,88 et $144 \times 0,88 = 127$. La moyenne des produits correspondants des deux corps est $\frac{127 + 142}{2} = 134,5$.

» Je donne encore des exemples de quelques composés du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, en les choisissant parmi ceux qui ont les plus forts poids atomiques, puis des composés organiques du chlore et du soufre,

en indiquant chez ces derniers par des lettres grasses ceux où le soufre n'entre, lui aussi, qu'avec son demi-coefficient :

H^6	78 × 0,85 = 66	$C^{20}H^{16}$	136 × 0,86 = 116,96	$C^{20}H^{16}(HO)^2$	154 × 0,903 = 139
+ 3	(69)	110 + 8	(118)	110 + 8 + 18	(136)
H^8O^2	108 × 0,99 = 107	$C^{14}H^6O^4$	122 × 1,08 = 132	$C^{32}H^{32}$	224 × 0,789 = 176
+ 4 + 30	(111)	(77-8) + 60	(129)	32 × 5,5	(176)
$H^{10}O^2(HO)^2$	104 × 0,987 = 103	$(C^4H^5)^2C^2\mathbf{O}^6$	108 × 0,975 = 105	$C^{16}H^8O^4$	136 × 1,09 = 140
+ 30 + 18	(103)	44 + 11 + 45	(100)	(87-4) + 60	(143)
$H^{16}O^2$	152 × 0,99 = 150	$C^{30}H^{16}O^2$	212 × 1,029 = (218)	$C^{24}H^{16}O^4$	192 × 1,007 = 193
+ 8 + 30	(148)	175 + 8 + 30	(213)	132 + 60	(192)
O^2Cl^2	99 × 1,43 = 142	$C^4H^2Cl^2$	95 × 1,25 = 121	C^2HCl^3	118,5 × 1,48 = 172
+ 30 + 102	(143)	(22-2) + 102	(122)	11 + 153	(164)
$\mathbf{H}^5\mathbf{O}^4Cl$	108,5 × 1,139 = 124	$\mathbf{C}^6\mathbf{H}^4\mathbf{O}^4, Cl^2$	142 × 1,25 = 178,75	$C^6(O^4)Cl^6$	291 × 1,705 = 496
+ 51	(122)	71 + 102	(173)	66 + 120 + 306	(492)
$\mathbf{H}Cl^3O^2$	147,5 × 1,518 = 224	$C^4H^6\mathbf{S}^2$	62 × 0,83 = 51,6	$(C^4H^5)^2\mathbf{S}^2$	90 × 0,825 = 74,
−2) + 153 + 30	(225)	22 + 32	(54)	44 + 32	(76)
$H^{10}O^4\mathbf{S}^2$	136 × 1,032 = 143	$C^{10}H^{10}(\mathbf{OS})^2S^2$	150 × 1,07 160	$C^6H^6(\mathbf{OS})^2S^2$	122 × 1,143 139
+ 60 + 32	(147)	55 + (15 + 32) + 64	(167)	33 + (15 + 32) + 64	(144)
$\mathbf{H}^6\mathbf{S}^4S^2$	138 × 1,159 160	$C^{10}H^{12}\mathbf{S}^2$	104 × 0,845 87,88	$C^{20}H^{22}S^4$	206 × 0,918 189
+ 64 + 64	(161)	56 + 32	(88)	110 + 11 + 64	(185)

» Les composés du brome et de l'iode offrent un peu moins de régularité; les coefficients densitaires varient comme 1, 3, 5, 7 quand la formule contient 1, 2, 3 ou 4 équivalents, de sorte que 140 correspondant à Br, 420 répond à Br^2, 700 à Br^3, 980 à Br^4 :

Br^3	271 × 2,85 = 772	Si^2HBr^3	269 × 2,6 = 699	CBr^2	172 × 2,436 = 41
+ 700	(771)		(700)		(4
H^3Br	95 × 1,66 = 157	C^4H^3Br	107 × 1,52 = 162	C^4H^5Br	109 × 1,47 = 16
5 + 140	(151,5)	21 + 140	(161)	21 + 140	(16
$H^{11}Br$	151 × 1,2059 = 182	$C^6H^5Br^3$	281 × 2,436 = 684	$C^4H^2Br^4$	367 × 2,88 = 99
+ 140	(195)		(700)	22 + 980	(10

» Je dis que l'iode présente les mêmes faits :

^3I	154 × 1,98 = 305	C^4H^5I	136 × 1,975 = 308	$C^2H^2I^2$	268 × 3,342 = 895,656(3 × 2

» Cette règle permettrait donc de calculer la densité qu'aura à l'état liquide une substance dont on n'aurait que la formule. Il suffit de la rapprocher de la relation existant entre le poids moléculaire et la densité de vapeur, et de la loi des chaleurs spécifiques, pour en montrer l'importance. »

CHIMIE. — *Sur le sous-chlorure d'argent*. Note de M. GUNTZ.

« J'ai montré, dans une précédente Communication, que l'on pouvait obtenir du sous-chlorure d'argent pur par l'action du trichlorure de phosphore sur le sous-fluorure d'argent. Ayant préparé une certaine quantité de sous-chlorure d'argent, j'ai pu en étudier les propriétés.

» Suivant la température à laquelle il est obtenu, le sous-chlorure a une couleur variant du rouge violet foncé au violet noir; l'action de la lumière tend à donner la modification noire sans perte de chlore, du moins après quelques jours d'insolation seulement.

» Sous l'action de la chaleur, le sous-chlorure se décompose en donnant de l'argent et du chlorure d'argent. Cette décomposition est facilement visible par suite du changement de teinte du sous-chlorure, qui devient jaune pâle, coloration due au chlorure d'argent fondu. L'action de l'acide nitrique étendu ($1\,\text{éq.} = 2^{\text{lit}}$) est absolument nulle; ainsi 50^{cc} d'acide nitrique étendu, laissés au contact pendant vingt-quatre heures avec 2^{gr} de Ag^2Cl, n'ont pas donné de louche appréciable par addition d'une solution de chlorure de sodium.

» L'acide nitrique concentré réagit surtout à chaud sur le sous-chlorure d'argent; on obtient alors du chlorure d'argent plus ou moins mélangé de sous-chlorure, formant ainsi des laques diversement colorées (photochlorures de Carey Lea).

» Le cyanure de potassium dissout rapidement le sous-chlorure d'argent en le décomposant

$$Ag^2Cl + KCy = Ag + AgCy,$$

dissous dans l'excès de KCy.

» Cette réaction m'a permis de déterminer la chaleur de formation de ce composé.

» J'ai vérifié ainsi qu'un poids déterminé de chlore se combinant, soit à Ag, soit à Ag^2, dégage sensiblement la même quantité de chaleur, un peu plus cependant en se combinant à Ag^2.

» J'ai trouvé

$$Ag^2 + Cl = Ag^2Cl \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +29^{Cal},7$$

tandis que

$$Ag + Cl = Ag\,Cl \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +29^{Cal},2$$

» C'est un fait du même ordre que celui trouvé pour le sous-chlorure d'argent où l'on a

$$Ag^2 + Fl = Ag^2Fl \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +24^{Cal},9$$
$$Ag + Fl = Ag\ Fl \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +25^{Cal},6$$

» Connaissant la chaleur de formation de Ag^2Cl, on peut calculer celle qui se dégage dans la réaction

$$2AgCl = Ag^2Cl + Cl;$$

on trouve que cette réaction absorbe $28^{Cal},7$.

» Ce fait est très important, en raison du rôle du sous-chlorure d'argent en Photographie : j'y reviendrai. »

CHIMIE. — *Action exercée par la présence des sels minéraux de potassium sur la solubilité du chlorate de potasse.* Note de M. **Ch. Blarez.**

« 1. Nous avons eu occasion d'étudier depuis longtemps la solubilité du chlorate de potasse dans l'eau pure, solubilité que nous calculons avec la formule suivante, indiquant la quantité de sel dissous dans 100^{cc} de liqueur, pour des températures comprises entre 0° et 30°,

$$(1) \qquad Q_\theta = 3,2 + 0,109\theta + 0,0043\theta^2.$$

» 2. Les solutions saturées de chlorate de potasse, additionnées de potasse caustique ou d'un sel soluble de potassium, laissent déposer une partie du chlorate dissous, *conformément à ce qui se passe pour les autres sels neutres du même métal.*

» Les expériences relatées ci-dessous, faites à la température de 13° avec des quantités croissantes de bromure de potassium, montrent la marche du phénomène.

Poids du KBr pour 100.	K correspondant.	Total des sels dissous.	ClO^3K dissous pour 100.	$ClO^3K + K$.
gr 0,20	gr 0,065	gr 5,38	gr 5,18	5,24
0,40	0,130	5,60	5,20	5,33
0,60	0,195	5,80	5,20	5,39

Poids du KBr pour 100.	K correspondant.	Total des sels dissous.	ClO^3K dissous pour 100.	$ClO^3K + K$.
gr 0,80	gr 0,260	gr 5,86	gr 5,06	5,32
1,00	0,327	6,04	5,04	5,36
2,00	0,654	6,60	4,60	5,25
3,00	0,980	7,20	4,20	5,18
4,00	1,308	8,08	4,00	5,30
6,00	1,960	9,46	3,46	5,42
8,00	2,616	10,80	2,80	5,41
10,00	2,924	12,40	2,40	5,32
		Moyenne........................		5,32

» Les résultats de ces expériences font voir que la somme du chlorate, resté en dissolution, et du potassium du bromure introduit dans la liqueur est constante, et que, de plus, ce nombre constant est égal au poids de chlorate que peut dissoudre l'eau pure dans les mêmes conditions. En effet, pour une température de 13°, le calcul donne 5gr,34 de sel pour 100 parties; l'expérience directe, faite en même temps que les essais ci-dessus, nous a fourni le nombre 5gr,31. Ces deux chiffres sont très voisins de la moyenne, 5,32.

» Dans les solutions de sulfate de potasse, le phénomène de précipitation est un peu différent, parce que ce n'est pas le potassium du sel étranger, mais bien le poids de l'hydrate de potasse qui lui correspond, qu'il faut ajouter au sulfate resté dissous, pour obtenir une somme égale à la quantité de sulfate potassique que dissoudrait l'eau pure dans les mêmes conditions de température.

» Quoi qu'il en soit, et pour des températures qui ne soient pas trop éloignées de 13° (puisque nous n'avons pas étendu encore nos expériences), on peut établir une formule représentant la solubilité du chlorate de potassium dans les solutions des sels potassiques.

» Cette formule, donnant la quantité dissoute dans 100 parties, est la suivante :

$$(2) \qquad Q_\theta = (3,2 + 0,109\theta + 0,0043\theta^2) - \text{K du sel ajouté.}$$

» 3. Les sels minéraux neutres de potassium se comportent, vis-à-vis des solutions saturées de chlorate potassique, comme le bromure de la même

base. C'est ce que démontrent nettement les expériences relatées dans le Tableau suivant :

Sel ajouté.	Quantité pour 100.	K correspondant.	Température.	Chlorate dissous pour 100 trouvé.	Chlorate dissous pour 100 calculé.
	gr	gr	o	gr	gr
KOH........	»	1	14	4,47	4,56
KCl.........	1,91	1	»	4,45	4,56
KCl.........	3,82	2	»	3,58	3,56
KBr.........	3,05	1	»	4,49	4,56
KBr.........	6,10	2	»	3,60	3,56
KI..........	4,25	1	»	4,59	4,56
KI..........	8,51	2	»	3,65	3,56
AO^3K.......	2,59	1	»	4,51	4,56
AO^3K.......	5,18	2	15	3,88	3,80
SO^4K^2.......	2,23	1	»	4,71	4,80
SO^4K^2.......	4,46	2	»	3,98	3,80
CrO^4K^2......	2,42	1	»	4,72	4,80
CrO^4K^2......	4,85	2	»	3,93	3,80

» Ces résultats sont donc conformes, dans ce qu'ils ont de plus général, à ce que nous avons déjà dit dans nos précédentes Communications sur ce même sujet (séances des 23 février, 13 avril et 27 avril 1891).

» Il est facile d'ores et déjà de remarquer que l'analyse minutieuse de tous ces faits permet de déduire d'importantes considérations théoriques sur la nature de certaines solutions et sur l'état des sels dissous. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Électrolyse par fusion ignée des sels de bore et du silicium.* Note de M. **Adolphe Minet.**

« J'ai cherché à généraliser la méthode, avec laquelle j'avais réussi l'*électrométallurgie* de l'aluminium (¹), en l'appliquant à l'extraction des métalloïdes et des métaux dont les oxydes ne sont pas réductibles par le carbone. Les premiers résultats obtenus se rapportent au silicium et font l'objet de la présente Note.

» En décomposant par la pile un chlorure double d'aluminium et de sodium, renfermant un peu de silice, Henri Sainte-Claire Deville était arrivé à produire une espèce de fonte grise, fusible et cristallisée, formée

(¹) *Comptes rendus,* 17 février 1890.

d'une combinaison d'aluminium et de silicium. La proportion de silicium, dans cet alliage, peut s'élever aux $\frac{70}{100}$ de la masse totale.

» Si l'on attaque cette masse métallique par l'acide chlorhydrique, on obtient du silicium graphitoïde. Lorsqu'on opère sur des alliages pauvres en silicium, le métalloïde se présente sous la forme d'une poudre fine, dont chaque grain conserve une structure cristalline; avec les alliages riches, le silicium est mis en liberté sous la forme de lames métalliques brillantes.

» Dans le procédé que j'ai étudié, le sel d'aluminium employé par Deville est remplacé par un mélange de chlorure de sodium, 60 parties, et de fluorure double d'aluminium et de sodium, 30 parties. On ajoute à ces sels, au moment de leur fusion, de l'alumine, 5 parties, et de la silice, 5 parties. La silice peut être à l'état libre ou alliée avec l'alumine.

» Le bain fondu ne dissout que de faibles quantités d'alumine et de silice; la majeure partie de ces oxydes y reste purement et simplement en suspension; à l'état pâteux, lorsque leurs proportions correspondent à celles du silicate d'alumine.

» Nous avons vu que le fluorure double d'aluminium et de sodium présente, depuis sa température de fusion, 700°, jusqu'à une température voisine de 1000°, des conditions de *fluidité* et de *fixité* qui assurent à l'électrolyse une marche régulière et de longue durée sans perte importante par volatilisation, ce qui ne peut être obtenu avec les chlorures [1].

» *Théorie de la réaction.* — Au passage du courant, le fluorure d'aluminium est d'abord décomposé; le fluor qui se porte à l'électrolyse positive y rencontre de l'alumine et de la silice qu'il transforme en fluorure d'aluminium et en fluorure de silicium; ces deux sels se combinent avec le fluorure de sodium devenu libre pour former des fluorures doubles et sont décomposés à leur tour.

» L'alimentation s'opère avec un mélange d'oxyfluorure d'aluminium ($Al^2Fl^3, 3Al^2O^3$), d'alumine et de silice; la proportion de ces divers sels variant avec la quantité de silicium que doit renfermer l'alliage.

» Le bain est contenu dans un creuset de fonte, garni de charbon intérieurement et qui sert de cathode; les anodes sont constituées par des plaques de charbon aggloméré.

» *Relation entre les constantes du courant et de l'électrolyte.* — Pour une surface donnée d'anodes et des densités de courant (intensités par centi-

---

([3]) *Comptes rendus*, 9 juin 1890.

mètre carré), variant entre zéro et un maximum δ fixé par l'expérience, les constantes du courant et de l'électrolyte satisfont à l'équation

$$\varepsilon = e + \rho I,$$

dont les termes sont connus ([1]).

» La valeur de la force contre-électromotrice e subit des variations suivant qu'on réalise l'électrolyse d'un ou de plusieurs sels.

» Le Tableau suivant indique ces variations; les chiffres qu'il renferme se rapportent à un seul et même bain, sur lequel on opérait des électrolyses fractionnées; on éliminait ainsi, et successivement, les sels de fer et de silicium qui s'y trouvaient en faible proportion.

» Pendant toute la durée de l'opération, le bain était alimenté avec du chlorure de sodium et du fluorure d'aluminium, de manière à maintenir constante sa résistance électrique ρ. Température, 850°.

Périodes.	Nature du métal ou de l'alliage déposé.	Maximum de densité à l'anode δ.	Force électromotrice e.	Résistance électrique ρ.
		amp	volt	ohm
1	Fer	0,15	0,54	0,009
2	Fer (traces de silicium)	0,20	0,75	0,0093
3	Ferro-silicium	0,25	1,37	0,0089
4	Ferro-silicium (traces d'aluminium)	0,30	1,54	0,009
5	(Traces de fer) silicium-aluminium	0,30	1,75	0,008
6	(Traces de silicium) aluminium	0,50	2,15	0,0085
7	Aluminium (traces de sodium)	1,00	2,50	0,0087

» *Application industrielle.* — Ces expériences démontrent qu'on peut arriver, en traitant électriquement les minerais d'aluminium (bauxites blanche et rouge) et les silicates d'alumine naturels, à produire toute la série des alliages de fer, silicium, aluminium, et, à la fin de l'opération, l'aluminium chimiquement pur.

» Il a été procédé à quelques essais à la traction sur ces alliages et l'aluminium à un grand degré de pureté, qui, je crois, offrent quelque intérêt.

([1]) *Comptes rendus,* 27 octobre 1890.

Composition de l'alliage.			Nature du travail. Coulé.		Forgé.	
Aluminium pour 100.	Silicium.	Fer.	Charge à la rupture par millim. carré.	Allongement pour 100.	Charge à la rupture par millim. carré.	Allongement pour 100.
			kg		kg	
95,5	0,33	0,17	10	20	12,3	9,25
98,4	1,33	0,63	12,3	6,4	13,9	21
97,67	1,74	0,59	12,4	8,57	13,3	9,18
96,80	1,60	1,60	14,5	3,6	15,5	10
92,60	6,10	1,30	12,6	1,4	15,6	2,75
89,80	8,90	1,57	17,1	2,85	19,7	9,18
93,40	1,00	6,6	6,2	0,70	7,75	0

» Chose intéressante à noter : les alliages déjà riches en silicium, comme celui qui renferme 8,9 pour 100 de ce métalloïde, présentent à la traction des qualités bien supérieures à celles de l'aluminium pur [1].

» *Électrolyse des sels de bore.* — Je n'ai pas encore fait d'étude suivie sur ce sujet, mais on peut admettre *a priori* qu'il suffira, pour réaliser cette électrolyse, de remplacer, dans le bain à base de fluorure d'aluminium, la silice, par l'anhydride borique.

» On obtiendra ainsi un alliage de borure d'aluminium où le bore pourra atteindre une proportion égale aux $\frac{80}{100}$ de la masse totale.

» On l'extraira facilement en attaquant la masse métallique par la soude caustique concentrée, qui dissoudra l'aluminium et l'acide chlorhydrique qui enlèvera les dernières traces de fer. »

CHIMIE. — *Sur deux nouvelles combinaisons cristallisées du chlorure platinique avec l'acide chlorhydrique.* Note de M. **Léon Pigeon** [2], présentée par M. Troost.

« On n'a décrit jusqu'ici qu'une seule combinaison de l'acide chlorhydrique avec le chlorure de platine au maximum, c'est l'acide chloroplati-

---

[1] Les essais à la traction ont été effectués dans le laboratoire de M. Le Verrier, au Conservatoire des Arts et Métiers.

[2] Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

nique; il répond à la formule

$$PtCl^4.2HCl.6H^2O.$$

» On peut obtenir toutefois deux autres combinaisons qui répondent aux formules

$$PtCl^4.2HCl.4H^2O,$$
$$PtCl^4.HCl.2H^2O.$$

L'une et l'autre dérivent de l'acide chloroplatinique.

» I. Les cristaux rouges d'acide chloroplatinique sont dissous dans une petite quantité d'eau. On ajoute à cette liqueur très concentrée une grande quantité d'acide sulfurique. Il se dépose alors un précipité jaune qui se rassemble au fond. En l'examinant au microscope, on reconnaît qu'il est formé de cristaux très nets, qui agissent énergiquement sur la lumière polarisée. Ces cristaux sont déliquescents; pour les débarrasser du liquide qui les baigne, on les laisse séjourner sur une plaque de porcelaine dégourdie, dans une atmosphère sèche. L'analyse de cette matière a été faite en la chauffant avec du carbonate de soude et pesant le platine et le chlorure d'argent.

» Voici les résultats de l'analyse :

	Calculé pour $PtCl^4.2HCl.4H^2O$.	Trouvé.
Platine	40,45	40,07
Chlore	44,18	44,78
Hydrogène et eau	15,37	15,04 (par différence)

» On voit donc que l'on peut, à froid, par l'action de l'acide sulfurique concentré, obtenir un produit cristallisé qui ne diffère de l'acide chloroplatinique que par deux molécules d'eau en moins, la totalité de l'acide chlorhydrique restant présente dans la combinaison.

» II. On obtient le second chlorhydrate de chlorure en chauffant à 100°, dans le vide, l'acide chloroplatinique en présence de potasse fondue. L'acide chloroplatinique est contenu dans un tube à essais, et celui-ci introduit dans un autre tube contenant la potasse et qu'on scelle après y avoir fait le vide. La région qui contient la matière est chauffée ensuite à 100°, au bain-marie, pendant deux ou trois journées. Les cristaux d'acide chloroplatinique, vers 60°, fondent dans leur eau de cristallisation en donnant un liquide très mobile; puis ce liquide dégage des bulles, de-

vient épais et donne finalement une matière solide, brun rougeâtre cristallisée. L'analyse donne pour ce corps la formule

$$PtCl^4.HCl.2H^2O.$$

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
Platine	47,63	47,61	47,31
Chlore	43,33	43,26	43,49
Hydrogène et eau	9,04	»	»

» III. Si l'on chauffe ce dernier produit dans les mêmes conditions, mais vers 200°, au bain d'huile, le reste de l'acide chlorhydrique et de l'eau sont éliminés finalement et l'on obtient le chlorure platinique anhydre. Ce dernier ne perd pas de chlore tant que la température est inférieure à 220°. Mais, dans la vapeur de mercure, la moitié du chlore du chlorure platinique est chassée : il reste du chlorure platineux.

	Calculé.	Trouvé.
Platine	73,31	73,33
Chlore	26,69	26,27

» IV. On voit, en résumé, qu'il est facile de faire perdre à l'acide chloroplatinique l'acide chlorhydrique et l'eau qu'il contient, en les éliminant par parties. Si l'on réunit ensemble dans une parenthèse les produits qui sont chassés en même temps, on donnera à ce corps la formule

$$PtCl^4(HCl.2H^2O)(HCl.2H^2O)2H^2O.$$

» Les résultats précédents sont donc en parfait accord avec les remarques générales faites par M. Engel sur les chlorhydrates de chlorures (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVII, p. 379), et mettent en évidence l'importance de l'hydrate $HCl + 2H^2O$ obtenu cristallisé depuis longtemps par MM. Pierre et Puchot. »

CHIMIE. — *Sur le salicylate de bismuth*. Note de M. **H. Causse.**

« De tous les procédés de préparation du salicylate de bismuth, celui qui consiste à l'obtenir par double décomposition, entre un sel de bismuth dissous et un salicylate alcalin, semble réaliser, au premier abord, les con-

ditions les plus simples. Malheureusement, la simplicité devient une difficulté réelle et que l'on a cherché à tourner par l'emploi des solutions alcooliques ou glycériques, si la double décomposition est pratiquée dans les conditions ordinaires.

» Les sels de bismuth ne sont solubles dans l'eau qu'avec le concours des acides, et ceux-ci déplacent l'acide salicylique de ses combinaisons. Comme il est insoluble dans l'eau, on obtient un mélange formé d'un salicylate et d'acide salicylique, auquel s'ajoutent les produits de l'action de l'eau sur les sels de bismuth, et le tout constitue un composé indéfinissable. Un salicylate de composition régulière ne pouvait donc être obtenu qu'à la double condition d'opérer en liqueur chimiquement neutre et de s'affranchir de l'action secondaire de l'eau.

» Quelques essais dirigés dans cette voie nous avaient conduit à des résultats satisfaisants, mais compliqués, et c'est en cherchant à les simplifier que nous avons observé les faits qui suivent, et sur lesquels nous avons établi un procédé de préparation du salicylate de bismuth.

» L'eau, on le sait, dissocie les sels de bismuth ; elle provoque dans leurs solutions un dédoublement suivi de la précipitation d'un sel basique, tandis que l'acide, dégagé de la combinaison, entre en solution et vient contribuer à maintenir la stabilité de la partie dissoute.

» Jusqu'ici on a eu recours aux acides pour éviter cette scission ; mais nous avons trouvé que certains sels ammoniacaux, et en particulier le chlorhydrate d'ammoniaque, s'opposent à l'action dissociante de l'eau et jouent, à l'égard du sel de bismuth, le rôle de l'acide ajouté pour le faire entrer en solution.

» On sature un volume quelconque d'acide chlorhydrique, de carbonate ou de sous-nitrate de bismuth, en ayant soin d'en laisser un léger excès ; après quelques heures de contact et quand le carbonate refuse de se dissoudre, on ajoute du chlorhydrate d'ammoniaque en solution concentrée ; aussitôt l'acide, supplanté dans ses fonctions, devient apte à dissoudre le carbonate, que l'on ajoute par petites portions, et disparaît totalement, en donnant du chlorure de bismuth, soluble dans le sel ammoniac. On arrive aussi au même résultat en neutralisant avec une solution d'ammoniaque dans le chlorure d'ammonium, comme on le verra plus loin.

» Nous nous sommes assuré que, pris séparément, le pouvoir dissolvant du sel ammoniac est nul ou à peu près sur le carbonate et le sous-nitrate, et que, d'autre part, les réactions générales n'ont pas disparu. L'eau

pure, par exemple, ajoutée à la solution précédente, détermine une précipitation de sel basique, tandis que la solution concentrée de sel ammoniac la laisse limpide et sans changement au moins apparent, ce qui permet de dire que le chlorure d'ammonium se borne à remplacer l'acide, ajouté pour dissoudre dans l'eau un sel de bismuth et éviter sa dissociation.

» Nous n'insisterons pas davantage sur un point que nous nous proposons de développer, dans une Note postérieure, n'ayant en vue pour le moment que la préparation du salicylate de bismuth basée sur les observations précédentes.

» On prend 100^{gr} de sous-nitrate de bismuth que l'on dissout dans l'acide chlorhydrique concentré; il y a échauffement, dégagement de vapeurs nitreuses, et le sel entre en solution; on laisse reposer et la liqueur éclaircie est reçue dans 1^{lit} d'une solution pure et saturée à la température ordinaire de sel ammoniac. Il reste maintenant à supprimer l'acide libre; on y parvient, mais lentement, en ajoutant du sous-nitrate autant que la solution peut en dissoudre, d'une manière plus rapide et plus complète, si l'on neutralise la liqueur avec de l'ammoniaque dissoute dans la solution saturée de chlorure d'ammonium; les premières portions d'alcali y déterminent un précipité, mais celui-ci disparaît tant que la liqueur contient de l'acide libre, et, quand il persiste, la solution bismuthique, qui remplit dès lors toutes les conditions de neutralité désirée, est mélangée avec la suivante :

Salicylate de soude	120^{gr}
Solution de sel ammoniac saturée..........	500^{gr}

» Au début, aucun précipité ne se forme; mais, à peine quelques secondes se sont-elles écoulées, que le liquide se remplit d'une volumineuse cristallisation de salicylate de bismuth.

» Le liquide est jeté dans un entonnoir, garni à la douille d'un tampon de coton, et, lorsque l'eau mère est écoulée, on reçoit le sel dans un vase; il y est lavé à plusieurs reprises jusqu'à élimination du chlorhydrate d'ammoniaque, puis essoré et séché à la température ordinaire.

» Ainsi obtenu, le salicylate de bismuth est cristallisé en prismes microscopiques, incolores et d'aspect assez semblable au sulfate de quinine déshydraté. Il est insoluble dans l'eau, décomposé par les acides et les alcalis, et offre les caractères généraux des sels de bismuth.

» L'eau froide est sensiblement sans action sur lui, ce qui se conçoit,

aucun des constituants du salicylate de bismuth, pris séparément, n'étant soluble dans ce liquide; il n'existe aucune raison de séparation.

» Traité par l'eau bouillante, il est dissocié, et l'acide salicylique séparé cristallise par refroidissement.

» L'alcool absolu le décompose complètement; en épuisant, à trois reprises différentes, 4^{gr} de salicylate par 50^{gr} d'alcool, nous avons obtenu de l'oxyde de bismuth.

» La chaleur agit d'une manière semblable; le salicylate maintenu à 50° perd la majeure partie de l'acide salicylique qui vient cristalliser sur les parties froides; à 100° la séparation est complète. Chauffé brusquement, il dégage des vapeurs, entre en fusion, la température s'élève et l'on arrive sans arrêt du thermomètre à la décomposition charbonneuse.

» *Composition*. — Le métal a été dosé par la voie sèche, en utilisant la facilité avec laquelle l'acide salicylique se sépare. Cette opération doit être conduite avec soin, car le sel très léger est facilement entraîné par les vapeurs d'acide salicylique. Quant à l'eau de cristallisation, nous en avons déduit son existence et sa quantité de l'analyse.

» Nous avons trouvé les proportions suivantes, qui représentent une moyenne de quatre analyses :

	Trouvé.		Calculé pour la formule $Bi(C^7H^5O^3)^3 4H^2O$.
C	35,95	C	36,363
H	3,15	H	3,316
O	29,75	O	30,014
Bi	29,80	Bi	30,303

C'est donc du salicylate neutre avec 4 molécules d'eau de cristallisation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chaleur de dissolution et la solubilité de quelques corps dans les alcools méthylique, éthylique et propylique*. Note de M. W. Timofeiew.

« Dans une Note précédente, j'ai donné les chaleurs de dissolution de quelques acides organiques dans les trois alcools, et j'ai indiqué une certaine relation qui existe, à mon avis, entre les chaleurs de dissolution et la solubilité moléculaire de ces corps. J'ai fait, en outre, quelques expé-

riences avec le bichlorure de mercure, l'iodure de cadmium, l'urée et la naphtaline; je communique aujourd'hui les résultats.

» La Table suivante donne les chaleurs de dissolution à la température 12°-14° :

Table I.

Substances.	Concentration pour 100.	Chaleur de dissolution dans l'alcool méthylique.	éthylique.	propylique.
		Cal	Cal	Cal
Iodure de cadmium	7 ½	+6,65	+4,31	+2,66
Bichlorure de mercure	11	+0,94	0,00 (¹)	−1,1
Naphtaline..............	2 ½	−4,50	−4,38	−4,28
Urée....................	1 ½	−2,21	−3,08	−2,76

» Les solubilités moléculaires sont les suivantes :

Table II.

Substances.	Température.	Quantités de molécules de l'alcool méthylique.	éthylique.	propylique.
	o	mol	mol	mol
Iodure de cadmium	20	5,2	7	9,8
Bichlorure de mercure	8,5	25	13,1	20,3
»	20	16,2	12,4	18
»	38,2	6,8	10,6	14,6
Naphtaline...............	11	84	45	33
Urée.....................	20	8,7	24,5	39,2
»	40	5,1	14,3	20

» En comparant ces deux Tables, nous retrouvons pour l'iodure de cadmium et la naphtaline la relation signalée précédemment, à savoir : la solubilité moléculaire et la chaleur de dissolution varient en sens inverse.

» Le cas du bichlorure de mercure est un peu plus compliqué. Si l'on construit les courbes de solubilité, en prenant pour coordonnées la température et le nombre de molécules d'alcool, nécessaires pour dissoudre une molécule de substance, on obtient des courbes dont la marche est comparable pour les alcools autres que l'alcool méthylique; pour le dernier, la courbe correspondante s'incline vers l'axe des températures beaucoup plus rapidement que les deux autres et vient les couper toutes deux

(¹) Une absorption de chaleur insignifiante; d'après Rickering, cette chaleur de dissolution est nulle.

entre 8° et 35°; elle paraît ne reprendre une marche normale qu'au delà de cette température.

» Ce fait tient peut-être à l'existence d'une combinaison de bichlorure de mercure et d'alcool méthylique, combinaison que j'ai pu obtenir en effet : la solution $HgCl^2 + 25\,CH^4O$ dépose dans le voisinage de 0° des feuillets d'un composé, dont l'analyse correspond à la formule

$$HgCl^2 + 2\,CH^4O.$$

Les autres alcools, dans les mêmes conditions, n'ont rien donné de semblable.

» Ainsi, si nous comparons la solubilité à 35° et la chaleur de dissolution, nous observons la même relation que dans les autres cas.

» L'urée seule paraît faire exception : sa solubilité et la chaleur de dissolution dans l'alcool éthylique sont toutes deux plus grandes que dans l'alcool propylique.

» Si l'on calcule les rapports de la chaleur de dissolution d'une même substance dans les deux premiers alcools méthylique et éthylique d'une part, et, d'autre part, dans les deux derniers alcools propylique et éthylique, ces deux rapports sont dans quelques cas sensiblement les mêmes :

Table III.

Substances.	Chal. de diss. dans l'alc. éthyl. / Chal. de diss. dans l'alc. méthyl.	Chal. de diss. dans l'alc. propyl. / Chal. de diss. dans l'alc. éthyl.
Acide oxalique anhydre.	1,46	1,48
Acide succinique......	1,04	1,05
Iodure de cadmium....	0,65	0,62
Naphtaline...........	0,97	0,98

» Ce fait, qui paraît se retrouver dans quelques cas aussi pour les solubilités, montre bien quelle liaison étroite peut exister entre la solubilité et la chaleur moléculaire de dissolution en solutions étendues dans les dissolvants comparables. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Stellérides recueillis dans le golfe de Gascogne, aux Açores et à Terre-Neuve pendant les campagnes scientifiques du yacht* l'Hirondelle. Note de M. **Edmond Perrier**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Le nombre des espèces d'Étoiles de mer recueillies durant les campagnes de l'*Hirondelle*, dirigées par S. A. S. le prince Albert de Monaco, s'é-

lève à 33, réparties en 26 genres. Neuf de ces espèces sont nouvelles; quatre appartiennent à des genres déjà connus, mais dont un est encore mal défini (*Pedicellaster parvulus*, sp. nov.), et dont trois n'ont été caractérisées qu'à l'occasion de la campagne du *Challenger* (*Mediaster stellatus*, sp. nov.; *Plutonaster granulosus*, sp. nov.; *Dytaster intermedius*, sp. nov.); une cinquième (*Stolasteras neglecta*, sp. nov.) fait partie d'une coupe du genre *Asterias*, démembrée comme sous-genre par Perry Sladen; les quatre autres doivent devenir les types de genres nouveaux; ce sont : les *Prognaster Grimaldii*, *Calycaster monœcus*, *Scleraster Guernei*, *Hexaster obscurus*. Sept espèces ne sont connues que depuis peu et font partie de la série des espèces qui habitent les grandes profondeurs; ce sont : *Brisinga coronata*, Sars; *Neomorphaster Talismani*, Perrier; *Pentagonaster crassus*, Perrier; *P. Gosselini*, Perrier; *Pentaster venustus*, Sladen; *P. limbatus*, Sladen; *Plutonaster bifrons*, W. Thomson. Ces sept formes constituent, par conséquent, encore d'intéressantes récoltes. Les genres nouveaux appartiennent respectivement à autant de familles ou sous-familles différentes, celles des *Zoroasterinæ*, *Stichasterinæ*, *Asteriidæ*, *Pterasteridæ*.

» Les *Prognaster* sont de grandes Étoiles de mer à bras longs et grêles, rappelant ceux de l'espèce du *Talisman* que j'ai décrite sous le nom de *Zoroaster longicauda* [1]; mais les *Prognaster* se font remarquer : 1° par la constitution du squelette de leur disque dorsal qui comprend, comme chez les Crinoïdes, une dorso-centrale, cinq petites sous-basales, cinq grandes basales, après lesquelles viennent les premières radiales ou carinales; 2° par le squelette de leurs bras dont la carinale et les dorso-marginales prédominent d'une manière remarquable sur les autres plaques, au nombre de 11, qui constituent chaque arceau dorsal. Leurs plaques ne sont pas garnies d'écailles comme chez les *Pholidaster*, Sladen, mais d'épines comme chez les *Zoroaster*.

» Les *Calycaster* sont de très petite taille, ils ont 5^{mm} à 18^{mm} de rayon : ce sont peut-être les jeunes de quelque forme apparentée aux *Neomorphaster*, Sladen. Ils se font remarquer par l'extrême simplicité de leur squelette, réduit : 1° pour le disque, à une *dorso-centrale* et cinq *basales*, les cinq *radiales* commençant déjà la série des *carinales*; 2° pour les bras, aux *carinales* ou médianes dorsales et à la double série des *marginales*. Le squelette ambulacraire a la structure normale; les tubes ambulacraires sont bi-

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, 1885.

sériés, les pédicellaires croisés indiquent que ces petits Stellérides appartiennent à l'ordre des *Forcipulata*.

» Les *Sclerasterias* sont aussi de petite taille, mais le développement de toutes leurs parties indique qu'ils sont adultes. Ils sont voisins du *Stolasterias* par la disposition en rangées longitudinales des pièces de leur squelette qui, abstraction faite du squelette ambulacraire, comprend trois séries de plaques principales (carinales et marginales) et tout au moins, entre les marginales dorsales et les carinales, une rangée de *dorso-latérales* ou intermédiaires dorsales.

» L'*Hexaster obscurus* fait partie de la famille des *Pterasteridæ*. Il est voisin des *Marsipaster* et des *Calyptraster* de Sladen, qui ont été dragués par le *Challenger*, le premier entre Valparaiso et Juan Fernandez, le second sur la côte du Brésil; il provient de Terre-Neuve, comme le *Pedicellaster parvulus*, et de 155^m de profondeur. Ce genre est remarquable, parmi tous les autres *Pterasteridæ*, par ses six bras et sa surface dorsale convexe et relativement résistante. Il se distingue de *Marsipaster* par la brièveté de ses épines actino-latérales et par ses épines buccales supplémentaires indépendantes. Le nombre de ces épines (une au lieu de trois par plaque dentaire), le sépare de *Calyptraster* et indique une forme différente des dents.

» Il est intéressant, d'ailleurs, de retrouver à Terre-Neuve une forme de Stelléride dont les équivalents n'avaient encore été rencontrés que dans les mers australes.

» Les autres formes nouvelles que nous venons d'indiquer proviennent des régions profondes : le *Prognaster Grimaldii* a été dragué au nord des Açores, par 2870^m de profondeur; le *Calycaster monœcus* à l'est de Florès (Açores), par 1557^m; le *Sclerasterias Guernei*, dans le golfe de Gascogne, de 240^m à 300^m.

» Par la simplicité en quelque sorte théorique de leur squelette, les *Prognaster* et les *Calycaster* apportent un document du plus haut intérêt à la morphologie du squelette des Étoiles de mer. Le squelette du disque est, en effet, exactement constitué dans ces deux genres comme le squelette typique d'un Crinoïde, et c'est pourquoi nous appellerons *calicinales* les pièces fondamentales qui le constituent. Ces pièces sont au nombre de $2n+1$, si n est le nombre des bras; en général, $n=5$ et $2n+1=11$, par conséquent. Les pièces *carinales* sont les équivalentes des radiales des Crinoïdes; quant aux marginales et aux pièces du squelette ambulacraire, si constantes chez les Stellérides, elles ne sont représentées, chez les Crinoïdes, que par des formations rudimentaires et qui font souvent défaut.

» Le squelette des Stellérides, plus complet que celui des Crinoïdes, a, par cela même, une morphologie propre sur laquelle je me propose de revenir dans une prochaine Communication, à l'occasion d'un travail d'ensemble sur les Stellérides recueillis par le *Talisman* et le *Travailleur*. »

BOTANIQUE. — *Sur l'équivalence des faisceaux dans les plantes vasculaires.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« En Anatomie végétale, l'unité adoptée pour le système vasculaire est le faisceau; mais on l'interprète de bien des manières différentes.

» Ainsi, le faisceau ordinaire des Dicotylédones comprend un faisceau ligneux et un faisceau libérien superposés : il est dit *collatéral* par la plupart des auteurs; pour quelques autres, c'est un faisceau *unipolaire*. Chez plusieurs Monocotylédones le faisceau est constitué par un îlot libérien entouré par les vaisseaux ligneux : il est *concentrique;* chez la plupart des Cryptogames vasculaires, c'est, au contraire, le bois qui est entouré par le liber dans les cordons libéro-ligneux; ces cordons libéro-ligneux sont alors considérés comme des faisceaux *concentriques*, plus rarement comme des faisceaux *bipolaires* ou leurs combinaisons, ou enfin comme des *stèles*. Le système vasculaire de la racine donne lieu aux mêmes difficultés d'interprétation; pour plusieurs anatomistes, c'est un faisceau *polyarche;* pour d'autres, un faisceau *multipolaire;* pour la plupart, ce système est formé par un nombre variable de faisceaux libériens et ligneux alternes.

» Je me propose, dans cette Note, d'établir l'équivalence des faisceaux dans l'ensemble des plantes vasculaires, en m'appuyant sur les résultats de mes observations en Anatomie végétale ([1]).

» C'est chez les Dicotylédones que les faisceaux ont été le mieux étudiés : on connaît leur course, leurs relations réciproques, leur structure, leurs combinaisons diverses dans un grand nombre d'espèces. Il est naturel de leur conserver le nom de faisceaux *collatéraux* et de les dire *fermés*

» Chez les Monocotylédones, on trouve les mêmes faisceaux *collatéraux :* rien n'empêche d'appeler *concentriques* les faisceaux dans lesquels le liber est entouré par le bois.

» La véritable difficulté ne commence, dans l'appréciation du faisceau, que chez les Cryptogames vasculaires et dans l'étude de la racine.

» Pour trouver l'équivalent du faisceau fermé des Dicotylédones, il faut, chez les Cryptogames vasculaires, s'adresser aux petites feuilles à nervure unique des *Selaginella,* des *Lycopodium,* des *Tmesipteris,* ou bien encore aux dernières ramifications des nervures dans les feuilles plus développées des *Salvinia,* des *Marsilia,* des Fougères, etc.; le faisceau y est constitué par quelques trachées et vaisseaux annelés et quelques cellules libériennes, c'est-à-dire par du *protoxylème* et du *protophloème;* il est rarement collatéral. En général, il est concentrique; mais, à l'inverse de ce qui existe chez les Monocotylédones, ici, c'est le liber qui entoure le bois.

» Pour trouver l'équivalent du faisceau ouvert des Dicotylédones et des Conifères, il est bon, chez les Cryptogames vasculaires, de s'adresser tout d'abord à la tige de certaines espèces de Sélaginelles (*S. Kraussiana, S. Galeottii, S. Lyallii,* etc.); on le trouvera isolé dans le tissu conjonctif et il sera plus facile ensuite de le reconnaître dans ses combinaisons diverses. Sa forme générale est celle d'un coin dont la pointe est tournée vers l'extérieur : cette pointe est occupée par le protoxylème et le protophloème; il se produit ultérieurement des vaisseaux scalariformes : c'est le *métaxylème* qui se différencie de l'extérieur vers le centre de la tige; il est entouré par du *métaphloème* qui présente le même mode de différenciation. Sans doute, ces derniers éléments ont une origine et une structure différentes de ceux qui constituent le bois et le liber secondaires des Dicotylédones; mais les rôles physiologique et mécanique sont identiques. Nous avons démontré que ces cordons libéro-ligneux, isolés dans le tissu conjonctif des Sélaginelles, représentent bien le faisceau normal en suivant leur course et en établissant leurs rapports avec les feuilles. Ce faisceau est *concentrique;* il ne devient *collatéral* que dans les combinaisons qu'il forme.

» Tout comme chez les Dicotylédones, chaque faisceau se reconnaît à la présence d'un îlot de protoxylème. Existe-t-il plusieurs de ces îlots, on a affaire à une *combinaison* de plusieurs faisceaux. Si elle forme un système annulaire à la façon du cylindre central des Dicotylédones, on devra la désigner, avec MM. Van Tieghem et Douliot, sous le nom de *stèle;* s'il y a

doute, on pourra la distinguer simplement sous le nom de *cordon libéro-ligneux*.

» Le cas où les faisceaux se disposent en un cercle régulier dans la tige est particulièrement instructif (*Lycopodium, Tmesipteris, Selaginella, Psilotum*). Ainsi la stèle à deux ou à quatre faisceaux des Sélaginelles rappelle étroitement la structure d'une racine : la seule différence importante à noter, c'est la continuité du liber autour du bois dans la stèle des Sélaginelles; or cette abondance du liber est due uniquement à la présence des feuilles; ces dernières viennent-elles à se réduire à l'état d'écailles sans nervures, alors le liber se localise en faisceaux distincts (*Psilotum*); on a alors pour la tige la structure d'une racine ordinaire.

» D'où cette nouvelle conséquence par laquelle nous terminerons : le système vasculaire de la racine n'est ni un faisceau multipolaire ni un faisceau polyarche, c'est un ensemble de faisceaux. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la formation trappéenne de la Toungouska Pierreuse (Sibérie septentrionale).* Note de M. **K. de Kroustchoff**, présentée par M. Fouqué.

» Dans la région située entre les 50e et 70e parallèles en Sibérie se trouvent d'immenses territoires couverts d'énormes coulées atteignant parfois une épaisseur de 50^m à 70^m, et traversés par d'innombrables dykes de roches basiques, trappéennes, anciennes et, probablement aussi, mézoïques. L'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg (en 1876, 1877, 1878) a envoyé, sous la direction de M. Lopatine, plusieurs expéditions scientifiques pour explorer spécialement la partie située entre 50° et 70° de latitude et 72° et 102° de longitude orientale. M. Lopatine a parcouru notamment plusieurs cours d'eau considérables, comme la Toungouska Pierreuse, Tchoulym, Angara, Yennisséy et partout constaté un développement vraiment colossal d'une roche trappéenne presque noire, d'un aspect franchement basaltoïde ([1]). J'ai été chargé par l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg de faire l'étude pétrographique et

([1]) Depuis le commencement de ce siècle, un grand nombre de savants ayant visité la Sibérie septentrionale y avaient déjà signalé l'occurrence d'une roche trappéenne, doléritique d'un grand développement.

chimique des collections (environ 3000 échantillons) de roches éruptives recueillies par M. Lopatine dans le cours de ces divers voyages en Sibérie. J'ai l'honneur de signaler brièvement à l'Académie quelques faits d'un intérêt général constatés dans le cours de mes recherches.

» *Toungouska Pierreuse.* — Assises siluriennes avec *Phacops Lopatini* ([1]), *Favosites* ([2]), *Plasmopora, Halysites, Columnaria, Cyrthophyllum*, etc., recouvertes de coulées énormes (200-300 verstes et plus d'étendue) et traversées par de nombreux dykes de roches éruptives foncées, dont la composition minéralogique est presque absolument identique et dont la structure seule varie; dans leur composition entrent essentiellement le plagioclase, le pyroxène et l'olivine. En fait de caractères physiques, nous y rencontrons toutes les modifications de structure connues jusqu'ici : d'un côté des roches aphanitiques semi-vitreuses, de l'autre des roches holocristallines grenues, doléritiques ou diabasiques et, entre celles-ci, des roches porphyriques et ophitiques.

» Du type semi-vitreux, parfois bulleux et scoriacé, au type holocristallin grossièrement grenu doléritoïde, il y a une transition graduelle, insensible et complète de sorte qu'après en avoir fait l'étude approfondie (environ 1000 plaques minces), j'y ai cru devoir distinguer seulement neuf types fondamentaux, auxquels se rattachent toutes les autres modifications.

» *Type I.* — Holocristallin.

» *Type II.* — Holocristallin passant au type ophitique.

» *Type III.* — Holocristallin se rapprochant du type ophitique; cette roche est si riche en péridot, qu'on pourrait la classer dans le groupe des péridotites (eucrite franche).

» *Type IV.* — Franchement ophitique.

» *Type V.* — Ophitique se rapprochant du type hypocristallin.

» *Type VI.* — Doléritique se rapprochant du type microlithique.

» *Type VII.* — Aphanitique franchement microlithique.

» *Type VIII.* — Aphanitique, microlithique à étoilements.

» *Type IX.* — Aphanitique, semi-vitreux, microlithique.

» Outre les coulées et filons j'y ai constaté des vestiges apparents de déjections détritiques : (a) un grès silurien renfermant de fines interstratifications de 2^{mm} à 5^{mm} d'épaisseur, constituées de lapilli à croûte caractéris-

---

([1]) F. Schmidt, *Ueber einige neue ostsibirische Trilobiten*, etc. (*Bull. de l'Acad. impériale des Sc. de Saint-Pétersbourg*, t. XII, p. 407, 414; 1886).

([2]) Lindstrom, *Silurische Korallen aus Nord-Russland und Sibirien* (*Bihang till Vet. Acad. Handlingar*, Band VI, n° 18; 1882.

tique de diverses roches trappéennes ; (*b*) une roche d'apparence franchement grésiforme, composée de grains anguleux isométriques et idiomorphes de plagioclase, de pyroxène et d'olivine.

» Le métamorphisme de contact, engendré par ces roches éruptives dans les argiles, marnes, grès et calcaires siluriens, est extrêmement intense. Les argiles présentent principalement trois stades de modifications : (*a*) spilosites à grandes concrétions plus claires ou plus foncées que la masse fondamentale : celles-ci sont formées de substances pyroxéniques et micacées (incolores) ou d'accumulations de magnétite et notamment de spinelles violacés; (*b*) roche très compacte d'un aspect cornéen : avec un objectif à immersion homogène, on y reconnaît comme élément essentiel de fines paillettes de mica noir et un peu de quartz; (*c*) véritable cornubianite compacte, pyroxénique et grenatifère. Les marnes perdent leur aspect terreux et se transforment en porcellanite; les grès recristallisent et se chargent de pyroxène incolore et verdâtre; les calcaires deviennent rubanés et nettement grenus.

» Parmi les roches trappéennes paléozoïques, j'ai, en outre, découvert une phonolithe leucitifère typique.

» Sur la Carte géologique détaillée de M. Lopatine, cette roche est colorée comme les autres roches trappéennes : elle ne s'en distingue ni par son aspect général, ni par le mode d'occurrence; elle recouvre ou traverse les assises siluriennes. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone.* Note de M. L. DE SAINT-MARTIN.

« La question de savoir comment s'élimine l'oxyde de carbone, lorsqu'il a été respiré en quantité insuffisante pour provoquer la mort, a beaucoup préoccupé Claude Bernard. L'illustre physiologiste a fait sur ce point un grand nombre d'expériences qui ne lui ont pas semblé assez décisives pour conclure [1]. Il critique, du reste, le procédé généralement suivi pour déceler et doser l'oxyde de carbone dans les produits gazeux de la respiration, au moyen de sa transformation en acide carbonique par l'oxyde de cuivre porté au rouge.

---

[1] CLAUDE BERNARD, *Physiologie opératoire*, p. 443 et suiv.; *Leçons sur les anesthésiques et l'asphyxie*, p. 450 et suiv.

» J'ai entrepris de faire, sur cette question intéressante, des recherches par des procédés nouveaux.

I. — *Destruction partielle de l'hémoglobine oxycarbonée* (in vitro) *en présence de l'oxyhémoglobine.*

» *Procedé opératoire.* — On divise en deux portions inégales du sang de chien défibriné, *immédiatement au sortir de la veine.* L'une d'elles est agitée mécaniquement jusqu'à saturation avec l'oxyde de carbone, et l'autre semblablement avec l'oxygène. On réunit ensuite les deux parties, pour obtenir, dans les proportions voulues, un mélange de sang oxycarboné et de sang oxygéné; puis on introduit, à l'abri de l'air, dans des éprouvettes de forme spéciale pleines de mercure et renversées sur la cuve, des échantillons du sang ainsi obtenu de 45^{cc} chacun environ. Ces éprouvettes transportées dans des vases à précipiter remplis de métal sont alors placées dans une étuve à eau de Gay-Lussac maintenue rigoureusement à 38° au moyen d'un régulateur de température.

» On procède immédiatement à l'extraction et à l'analyse des gaz contenus dans un de ces échantillons de sang en faisant en sorte qu'à aucun moment il ne soit en contact avec l'air extérieur. On agit de même pour les autres échantillons, mais après les avoir laissés séjourner dans l'étuve un certain temps, variable pour chacun d'eux.

L'opération a lieu chaque fois sur 40^{cc} de sang; l'extraction des gaz se fait au moyen de la pompe à mercure, comme à l'ordinaire, en ayant soin d'interposer, entre la pompe et le réfrigérant, un tube en U plein de perles de verre mouillées d'acide sulfurique, ce qui permet d'obtenir un mélange gazeux, sinon absolument sec, du moins exempt de toute trace d'eau liquide. L'oxyde de carbone est déplacé en dernier lieu de sa combinaison avec l'hémoglobine par ébullition prolongée du sang avec son volume d'acide acétique à 8°, en se conformant strictement aux indications données par M. Gréhant [1]. L'analyse du mélange gazeux est faite par la méthode de Doyère, l'acide carbonique étant absorbé par la potasse, l'oxygène par le pyrogallate de soude et l'oxyde de carbone par le protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique.

» Voici les résultats obtenus dans quatre séries d'expériences.

---

(1) N. Gréhant, *Recherche quantitative de l'oxyde de carbone dans le sang* (*Annales d'hygiène*, août 1879) et *Les poisons de l'air*. Paris, 1890.

» *a.* — Sang fortement oxycarboné (21 août 1889). Gaz secs mesurés à 0° et sous 760^mm de pression contenus dans 100^cc de sang :

	Immédiatement après le mélange.	Après 30^h de séjour à l'étuve à 38°.
	cc	cc
CO^2	22,24	24,72
O	3,48	0,46
CO	13,76	12,78
Az	2,62	2,80
	42,10	40,76

» *b.* Mélange à parties égales du sang précédent et de sang oxygéné.

» Gaz secs à 0° et sous la pression de 760^mm contenus dans 100^cc de sang :

	Analyse immédiate.	Après 30^h de séjour à l'étuve à 38°.
	cc	cc
CO^2	23,77	33,10
O	11,00	0,11
CO	6,39	5,60
Az	2,43	2,68
	43,59	41,49

» *c.* Mélange d'un tiers environ de sang oxycarboné et de deux tiers de sang oxygéné (15 avril 1891).

» Gaz secs à 0° et sous la pression de 760^mm contenus dans 100^cc de sang :

	Analyse immédiate.	Après 10^h de séjour à l'étuve.	Après 10^h de séjour à l'étuve à 38°.
	cc	cc	cc
CO^2	28,18	30,73	45,56
O	13,05	7,35	0,27
CO	4,67	3,72	2,62
Az	2,05	2,29	2,07
	47,95	44,09	50,52

» *d.* Mélange d'un quart environ de sang oxycarboné avec trois quarts de sang oxygéné (8 mai 1891).

» Gaz secs à 0° et sous la pression de 760^mm contenus dans 100^cc de sang :

	Analyse immédiate.	Après 9^h à l'étuve.	Après 18^h.	Après 36^h.
	cc	cc	cc	cc
CO^2	34,11	37,05	51,79	62,50
O	13,89	9,24	4,90	0,38
CO	2,54	1,40	1,25	1,15
Az	2,25	2,25	2,05	2,30
	52,79	49,94	59,99	66,33

» Ces analyses multiples démontrent de la façon la plus nette que, constamment, *dans un mélange de sang oxycarboné et de sang oxygéné maintenu dans l'étuve à* 38° *à l'abri du contact de l'air, une certaine quantité d'oxyde*

de carbone finit par disparaître, très vraisemblablement en se transformant en acide carbonique. Ce résultat semble à première vue en opposition avec une expérience de Donders ([1]), lequel, en chassant du sang l'oxyde de carbone par un courant d'oxygène, dit n'avoir pu recueillir aucune trace d'acide carbonique, même à 37°. Mais la contradiction n'est qu'apparente, l'expérience de Donders n'ayant duré qu'une heure. Il suffit, en effet, de jeter un coup d'œil sur les Tableaux précédents pour voir qu'au bout d'un si court espace de temps il m'eût été impossible de constater une diminution sensible de l'oxyde de carbone.

» Claude Bernard avait fortement insisté sur l'inaltérabilité du sang oxycarboné. Cette inaltérabilité n'est pas absolue et mes analyses en donnent la mesure; tandis que, d'après M. Schützenberger ([2]), le sang oxygéné conservé à l'étuve à 37° perd par heure 3^{cc} ou 4^{cc} de son oxygène, il ressort de mes analyses que, dans le sang partiellement et même faiblement oxycarboné, cette déperdition ne dépasse pas $0^{cc},52$ à $0^{cc},57$ par heure, c'est-à-dire qu'elle est sept à huit fois moindre. Il y aurait donc lieu de suivre le conseil de notre illustre physiologiste, et de faire l'extraction des gaz du sang en présence d'une petite quantité d'oxyde de carbone ([3]). Cette addition permettrait en quelque sorte de saisir, de fixer l'état des gaz du sang au sortir de la veine, et probablement de remplacer pour leur extraction la pompe à mercure par la trompe de Sprengel, d'un usage plus commode.

» Je ne veux pour l'instant tirer, de ces premiers essais, aucune conclusion sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone, me réservant de le faire sous peu, quand j'aurai achevé mes autres expériences. »

M. **Colençon** adresse une Note ayant pour titre : « Le calendrier pour l'année 1892 ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

([1]) Donders, *Pfluger's Arch.*, t. V, p. 20; 1872.

([2]) Schutzenberger, *Comptes rendus*, 6 avril 1874.

([3]) Claude Bernard, *Physiologie opératoire*, p. 447 et suivantes.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 AVRIL 1891.

(*Suite.*)

Dr NETTER. — *Le pneumocoque. — De la méningite due au pneumocoque (avec ou sans pneumonie.) — Contagion de la pneumonie. — Recherches bactériologiques sur les otites moyennes aiguës. — Microbes pathogènes contenus dans la bouche de sujets sains. — De l'endocardite végétante-ulcéreuse d'origine pneumonique. — Du microbe de la pneumonie dans la salive. — Utilité des recherches bactériologiques pour le pronostic et le traitement des pleurésies purulentes. — De la pleurésie purulente métapneumonique et de la pleurésie purulente pneumococcique primitive. — Fréquence relative des affections dues aux pneumocoques. Points au niveau desquels débute le plus habituellement l'infection aux divers âges de la vie;* 7 br. in-8°. (Envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches microbiologiques et expérimentales sur le tétanos; par MM. D. SANCHEZ-TOLEDO et A. VEILLON. (Extrait des *Archives de Médecine expérimentale.*) Paris, G. Masson, 1890; br. in-8°. (Envoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude historique sur les organes génitaux de la femme, la fécondation et l'embryogénie humaine depuis les temps les plus reculés jusqu'à la Renaissance; par GABRIELLE PEILLON. Paris, O. Berthier, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Journal of the Institute of actuaries, vol. XXIX, Part. II, n° CLX, april 1891. London, Charles and Edwin Layton; br. in-8°.

Proceedings of the royal physical Society, session 1889-90. Edinburgh, Mc Farlane et Erskine, 1891; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague, 6e série. Classe des Sciences, vol. II, nos 1, 2, 3. — Classe des Lettres, vol. I, n° 1, 1890; 4 vol. in-4°.

KR. ERSLEV. *Rigsraad of stendermoder i kristian* IV *s Tid*, 1883-1890. Copenhague, 6 vol. in-8°.

Videnskabelige Meddelelser for Aaret 1890. Copenhague; 1 vol. in-8°.

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, redigirt von Dr HEINRICH WILD. Band. XIII. Saint-Pétersbourg, 1890; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUIN 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches calorimétriques sur l'acide humique, dérivé du sucre.* Note de MM. **Berthelot** et **André**.

« Nous avons publié, il y a quelque temps ([1]), des recherches sur l'acide brun qui dérive du sucre de canne et sur la formation de ses deux séries de sels de potasse, de soude, etc., monobasiques et tribasiques, remarquables par leur insolubilité. Ces recherches offrent de l'intérêt par leur application à la terre végétale et aux réactions des êtres vivants. Nous allons examiner aujourd'hui la chaleur mise en jeu dans la formation de

([1]) Ce Recueil, p. 916. Les dosages de métaux alcalins, K, Na, signalés dans ce Mémoire, ont été rapportés, par suite d'une erreur de copiste, à leurs oxydes, au lieu des métaux eux-mêmes. Le lecteur aura fait aisément la correction, s'il s'est donné la peine de vérifier les chiffres théoriques calculés dans la Note, lesquels se rapportent aux métaux et non aux oxydes.

ces sels, dans les changements successifs que l'acide éprouve au contact de l'eau et des alcalis, enfin dans la formation de l'acide lui-même, soit au moyen du sucre, soit au moyen des éléments.

» I. Commençons par cette dernière formation. On a brûlé l'acide humique dans la bombe. L'échantillon employé a été analysé au moment même, afin de tenir un compte précis de son état actuel d'hydratation.

» L'acide humique peut être obtenu sous deux formes limites, à l'état d'anhydride $C^{18}H^{14}O^{6}$, par une dessiccation énergique vers 130°, et à l'état d'hydrate $C^{18}H^{16}O^{7}$, lorsqu'il a été séparé au moment même de ses combinaisons alcalines ([1]) et séché très rapidement à basse température. Toutefois ce dernier état n'est pas stable et il tend toujours à s'en séparer, au bout de peu de temps, une certaine dose d'eau, conformément à ce qui arrive pour certains composés acides organiques ou métalliques très condensés et colloïdaux, pour l'acide silicique, etc. De telle sorte que l'état stable, réalisé par dessiccation, dans les conditions ordinaires, représente un système dissocié, renfermant à la fois un mélange d'hydrate et d'anhydride. Aussi est-il nécessaire d'analyser l'échantillon même sur lequel on opère.

» Celui que nous avons brûlé dans la bombe renfermait :

			Moyenne.
C..............	63,92	63,90	63,91
H..............	4,64	4,52	4,58
O..............	»	»	31,51

Pas de cendres sensibles. Ces nombres répondent au système

$$2C^{18}H^{16}O^{7} + C^{18}H^{14}O^{6},$$

c'est-à-dire à un système dissocié au tiers.

» Ce composé, dans l'état précis qui précède, a été brûlé au sein de la bombe calorimétrique.

» Trois combustions ont fourni, pour 1^{gr} de matière: $5876^{cal},7$; $5865^{cal},4$; $5897^{cal},8$; moyenne : 5880^{cal}.

» Ces chiffres s'appliquent à la combustion à volume constant. A pression constante, il faudrait ajouter, d'après les chiffres de l'analyse : $0^{cal},2$, valeur négligeable.

([1]) Ces formules ont été adoptées par nous provisoirement, d'après l'analyse du sel monopotassique insoluble, $C^{18}H^{15}KO^{7}$.

» La combustion des poids de carbone (diamant) et d'hydrogène qui forment ce composé, s'ils étaient libres, dégagerait $+6611^{cal}$. La chaleur dégagée par l'union de ces éléments entre eux et avec l'oxygène a donc été de 731^{cal} pour 1^{gr} de produit.

» Or, si l'oxygène s'était uni à l'hydrogène pour former de l'eau, qui se serait combinée ensuite avec le carbone (et le surplus de l'hydrogène), la formation de cette eau aurait dégagé 1359^{cal}. D'où il suit que la seconde réaction aurait *absorbé* 628^{cal}.

» Telle est l'énergie emmagasinée dans 1^{gr} d'acide humique, en le supposant constitué par la combinaison de l'eau préexistante (théorie ancienne des hydrates de carbone, ou calcul de Dulong). Cette réserve d'énergie représente le neuvième de la chaleur de combustion totale du composé; ou, si l'on aime mieux, le huitième de la chaleur de combustion du carbone qu'il renferme. L'un de nous a insisté depuis longtemps sur ces réserves d'énergie des hydrates de carbone et de leurs dérivés. Dans le cas présent, la réserve est d'un sixième environ pour le glucose ou le saccharose; tandis qu'elle est d'un huitième pour l'acide humique. Il y a donc dégagement de chaleur dans la condensation moléculaire, accompagnée de déshydratation, qui engendre ce dernier acide (¹).

» En d'autres termes, nous avons ici une nouvelle preuve de cette loi générale énoncée par l'un de nous : que les condensations moléculaires avec élimination d'eau, ou d'autres éléments, qui aboutissent au charbon comme terme ultime, s'accomplissent avec dégagement de chaleur et perte graduelle d'énergie.

» Ces conclusions sont indépendantes de la formule de l'acide humique; mais il serait facile de les rapporter à une formule déterminée, comme on va le montrer.

» En effet, la composition exacte du corps brûlé répond à

$$2C^{18}H^{16}O^{7}+C^{18}H^{14}O^{6},$$

c'est-à-dire au poids moléculaire 1014.

» La chaleur de combustion correspondante à ce poids serait $5964^{cal},2$ à pression constante.

(¹) Pour plus de rigueur, il faut tenir compte du léger excès d'hydrogène de l'acide humique. Le calcul serait un peu plus compliqué; mais il ne changerait rien à la conclusion, d'autant moins que l'oxygène correspondant n'est pas devenu libre, mais a donné naissance à un composé complémentaire, tel que l'acide formique.

» Pour passer à la formule de l'acide humique véritable, nous remarquerons que, d'après les expériences qui vont suivre, le changement de ce système en trois molécules d'acide humique, $3C^{18}H^{16}O^7$, dégage $+4^{Cal},9 \times 3 = +13^{Cal},7$; ce qui diminue la chaleur de combustion et la réduit à $5950^{Cal},5$; soit pour $C^{18}H^{16}O^7$: $+1983^{Cal},5$.

» La chaleur de formation de l'acide humique par les éléments

$$C^{18}(\text{diam.}) + H^{16} + O^7 = C^{18}H^{16}O^7 \ldots\ldots\ldots \quad +265^{Cal},9.$$

» La formation de $7H^2O$ dégageant $+483^{Cal}$,

$$C^{18}(\text{diam.}) + H^2 + 7H^2O \text{ liq. absorbe} \ldots\ldots\ldots \quad -217^{Cal},1.$$

» Or la formation du glucose par le carbone et l'eau

$$C^6(\text{diam.}) + 6H^2O, \text{ absorbe} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -109^{Cal},1;$$

soit pour 3 molécules de glucose : $-327^{Cal},2$.

» On voit que la réaction qui changerait 3 molécules de glucose en une molécule d'acide humique (¹) dégagerait environ $+110^{Cal}$. Ces chiffres précisent les considérations précédentes.

» II. *Action de l'eau.* — L'acide humique (séché vers 100°), étant délayé dans l'eau, se gonfle peu à peu et forme une masse pâteuse qui, jetée sur un filtre, ne laisse écouler que lentement et difficilement l'eau dont elle

---

(¹) Nous négligeons ici l'excès d'hydrogène H^2 pour simplifier. Cet excès résulte d'une réaction complémentaire mal connue, produisant un corps plus oxydé, tel que l'acide formique, CH^2O^2, correspondant à la régénération de la molécule CH^2O, génératrice primitive des glucoses : l'oxygène ne devenant pas libre dans cette réaction, pas plus que l'hydrogène, le phénomène thermique résultant ne saurait modifier notablement nos conclusions.

Supposons, pour préciser, que l'hydrogène, H^2, résulte d'un dédoublement simple, accompli corrélativement, tel que

$$C^6H^{12}O^6 + 6H^2O = 6CH^2O^2 + 6H^2,$$

dédoublement impossible directement, mais qui a lieu en raison de l'énergie complémentaire mise en jeu par la déshydratation du glucose et la condensation moléculaire simultanée. En effet, le système réel entrant en jeu dans la réaction sera

$$\left\{\begin{array}{ll} C^6H^{12}O^6 + 6H^2O = 6CH^2O^2 + 6H^2, \text{ absorbe} \ldots\ldots & -144^{Cal},1, \\ (3C^6H^{12}O^6 + H^2 = C^{18}H^{16}O^7 + 11H^2O) \times 6, \text{ dégage}. & +110^{Cal},2 \times 6 = 661^{Cal},2. \end{array}\right.$$

La chaleur dégagée serait dès lors $+517^{Cal},1$; soit $+86^{Cal},2$ pour une molécule d'acide humique produite.

a été imprégnée. L'eau ainsi recueillie est brunâtre et douée d'une légère réaction acide; 10^{cc} de cette liqueur renferment $0^{gr},003$ de matière. D'après ces faits, l'action dissolvante de l'eau sur l'acide humique peut être regardée comme négligeable, relativement aux quantités d'eau employées dans le cours des expériences calorimétriques.

» Il n'en est pas de même de la réaction chimique de l'eau. En effet, au contact de l'eau et de l'acide humique, il se produit un dégagement de chaleur très sensible. Nous avons opéré avec 1 partie de la matière brune et 40 parties d'eau, vers 15°. La chaleur dégagée s'est élevée à $+0^{Cal},101$; soit pour une molécule humique, c'est-à-dire dans l'état actuel du système, $\frac{1}{3}(2C^{18}H^{16}O^7 + C^{18}H^{14}O^6)$: $+3^{Cal},9$ pour l'action immédiate de l'eau. Il faut y ajouter $+1,0$ pour répondre à l'hydratation complète de l'acide humique, d'après ce qui va suivre : ce qui fait $4^{Cal},9$ pour le système ci-dessus, ou $+13^{Cal},7$ pour la réaction $C^{18}H^{14}O^6 + H^2O = C^{18}H^{16}O^7$; réaction rapportée à l'anhydride (en admettant qu'il n'ait pas dégagé de chaleur par son union préalable avec 2 molécules de l'hydrate). Ce chiffre est voisin de la chaleur d'hydratation de l'anhydride acétique : $+13^{Cal},9$ (Berthelot et Louguinine). Mais il y a ici cette circonstance remarquable, que l'hydrate humique perd en partie son eau dès la température ordinaire, en formant un système dissocié; condition commune d'ailleurs à beaucoup d'acides polybasiques, mais qui se produit d'ordinaire à une température plus haute. L'acide succinique, notamment, se comporte de la même manière, mais vers 250°.

» Un tel état de dissociation de l'hydrate humique mérite attention, parce qu'il montre l'une des sources obscures, par lesquelles l'énergie étrangère du milieu ambiant peut s'introduire dans les phénomènes de la végétation et dans les actions physiologiques. En effet, sous l'influence des carbonates ou silicates alcalins de la terre, les corps analogues à l'acide humique sont aptes à former des sels, en dégageant cette chaleur d'hydratation définie plus haut. Si maintenant ces sels sont décomposés par les acides proprement dits engendrés au sein des végétaux, les acides analogues à l'acide humique seront régénérés au contact du sol et de la plante, par une action chimique proprement dite. Mais presque aussitôt les hydrates acides, engendrés au premier moment, se dissocient partiellement avec formation d'anhydrides et absorption de chaleur, le système reprenant ainsi, aux dépens du milieu ambiant, l'énergie perdue lors de l'hydratation des acides.

» Or ce cycle de réactions peut être reproduit un grand nombre de fois,

corrélativement avec la formation des acides végétaux et avec l'absorption des alcalis par les plantes : de façon à renouveler sans cesse une introduction d'énergie étrangère, utilisable dans les réactions internes de l'être vivant.

» III. *Action de la potasse.* — Pour mieux faire entendre cet ordre de phénomènes, examinons la réaction de la potasse sur l'acide humique, tant d'une manière immédiate que sous l'influence du temps, en opérant sur l'acide pris à divers termes d'hydratation.

» 1° *Action immédiate.* — On délaye un poids donné d'acide humique, c'est-à-dire du système $\frac{1}{3}(2C^{18}H^{16}O^{7} + C^{18}H^{14}O^{6})$, dans 40 fois son poids d'eau; on laisse la chaleur produite se dissiper, puis on ajoute une quantité donnée de potasse (1 équivalent = 2^{lit}), un peu inférieure à 1 équivalent pour le système ci-dessous, dont le tiers du poids moléculaire est égal à $\frac{1}{3}1014 = 338$. Cette proportion a été choisie, dans l'intention de déterminer la chaleur de formation du premier sel insoluble constaté dans nos expériences (ce Recueil, p. 928), sel stable qui résiste aux lavages à froid.

» Il se dégage aussitôt de la chaleur; mais ce dégagement se produit en deux phases, les deux tiers environ pendant les deux ou trois premières minutes, et le surplus d'une façon de plus en plus lente et qui se prolonge pendant une demi-heure environ : terme au delà duquel le phénomène échappe à nos mesures directes. La chaleur totale ainsi dégagée a varié, vers 15°, de $+12^{\text{Cal}},6$ à $+14^{\text{Cal}},9$.

» Le dégagement immédiat paraît dû surtout à l'hydrate humique préexistant, et le dégagement lent, surtout à l'anhydride.

» Quoi qu'il en soit, on a ajouté alors dans le vase une dose de potasse double de la précédente, de façon à faire entrer en jeu principalement la seconde et la troisième basicité de l'acide; nouvelle réaction qui se prolonge de même et dégage, en vingt minutes, de $+6^{\text{Cal}},5$ à $+4^{\text{Cal}},5$; le plus grand dégagement répondant au cas où la première dose de potasse avait le moins agi.

» Enfin, on a ajouté une quatrième dose de potasse, égale à la première, de façon à compléter l'action, en dépassant même un peu 3 équivalents d'alcali pour 338^{gr} de matière. Cette dose ne dégage que fort peu de chaleur : $+0^{\text{Cal}},6$ à $+0^{\text{Cal}},8$.

» En définitive, la chaleur totale a été trouvée $+19^{\text{Cal}},5$ et $+20^{\text{Cal}},0$.

» Pour évaluer l'effet total, il convient d'ajouter les $3^{\text{Cal}},9$ dégagées lors de l'action initiale de l'eau; ce qui fait en tout : $+23^{\text{Cal}},4$ à $+23^{\text{Cal}},9$.

» Sur cette chaleur dégagée, $+ 18^{Cal}$ environ répondent à la formation du sel monobasique insoluble, stable, c'est-à-dire susceptible de résister à l'action prolongée de l'eau froide; et $+ 6^{Cal},0$ à l'union de ce premier sel avec deux nouveaux équivalents de potasse, pour former le sel tribasique; sel également insoluble, mais moins stable et séparable en alcali libre, et sel monobasique par l'action prolongée de l'eau froide employée en très grande masse.

» Cette formation successive des humates alcalins polybasiques, à valeur thermique et à stabilité corrélative décroissante, n'est pas sans analogie avec celle des phosphates.

» Pendant cette réaction, non seulement l'acide humique se change en sels; mais en même temps la partie restée d'abord à l'état d'anhydride fixe de l'eau. Pour évaluer l'effet thermique correspondant, on ajoute aussitôt dans le calorimètre une proportion d'acide chlorhydrique étendu ($HCl = 2^{lit}$), strictement équivalente à la totalité de la potasse successivement mise en jeu. Une expérience préalable nous a prouvé d'ailleurs que l'acide chlorhydrique (ou sulfurique) enlève à l'acide humique toute la potasse combinée, sauf une trace négligeable dans les conditions présentes. Si l'acide humique reparaissait sans aucun changement, la somme des quantités de chaleur, dégagées depuis le commencement de l'expérience, devrait être précisément égale à la chaleur de neutralisation de l'acide chlorhydrique : soit $+ 13^{Cal},9$, à la température de l'observation. Sinon, la différence mesurera le travail accompli par les changements moléculaires survenus entre l'état initial et l'état final. Or, nous avons trouvé (l'acide humique ayant été délayé à l'avance dans l'eau) :

Première action de $\frac{1}{4}$KO définie plus haut.	Cal 3,10	Cal 3,57
Deuxième action de $\frac{2}{4}$KO..............	1,64	1,22
Troisième action de $\frac{1}{4}$KO..............	0,13	0,20
	+ 4,87	4,99
Action de HCl étendu.................	+ 9,93	9,94
Somme........	$+14^{Cal},80$	$14^{Cal},93$

» Ce chiffre l'emportant sur $+ 13^{Cal},9$, il en résulte que l'acide humique employé (mêlé d'anhydride) a pris un état nouveau en dégageant environ $+ 1^{Cal},0$: cela fait en tout : $+ 4^{Cal},9$, chiffre qui répond sans doute à sa transformation complète en hydrate $C^{18}H^6O^7$.

» Nous avons contrôlé ces résultats par diverses voies, de façon à me-

surer l'action prolongée soit de l'eau, soit de la potasse, cette dernière étant employée par fraction ou en totalité.

» 2° *Action des alcalis sur l'acide humique extrait de sa combinaison potassique.* — Nous avons conservé pendant cinq jours cet acide, séparé par l'acide chlorhydrique, au contact même de la liqueur renfermant le chlorure de potassium; afin de n'en modifier l'état par aucun lavage ou dessiccation. Puis on lui a fait subir une nouvelle série de traitements, exactement pareils aux précédents, à cela près que la liqueur initiale était plus étendue, puisqu'elle renfermait les produits de la première série d'action.

» On a obtenu :

	Cal
Avec le 1er équivalent de KO........................	+14,3
» le 2e et le 3e équivalent de KO..................	+ 4,9
» le 4e équivalent................................	+ 0,8
	+ 20Cal,0

valeurs comparables aux précédentes.

La chaleur totale rapportée à 1 équivalent de KO est ainsi.	+ 5,00
On a ajouté 1 équivalent d'acide chlorhydrique..........	+ 9,94
	+ 14Cal,94

» Ce dernier nombre peut être regardé comme identique aux précédents. Il en résulte que l'acide humique précipité avait repris, pendant les cinq jours de conservation, son état initial, c'est-à-dire reperdu l'eau fixée tout d'abord; sans doute par un phénomène de dissociation progressive.

» L'analyse d'un acide ainsi reprécipité, puis séché, a fourni d'ailleurs les mêmes résultats centésimaux que celle de l'acide qui n'avait pas traversé une combinaison potassique.

» 3° *Action prolongée de l'eau.* — On a laissé l'acide humique digérer pendant 48 heures, avec 40 fois son poids d'eau; puis on l'a traité comme ci-dessus.

	Cal
1er équivalent de KO................................	+14,0
2e et 3e équivalent..................................	+ 5,3
4e équivalent......................................	+ 0,7
	+ 20Cal,0

La chaleur totale pour 1 seul équivalent de KO est ainsi..	+ 5,0
Action finale de 1 équivalent de HCl..................	+10,0
	+ 15Cal,0

» Ces nombres, concordants avec les précédents, montrent que l'acide humique en présence de l'eau atteint rapidement son état d'équilibre. Ils vérifient par là même les résultats des expériences précédentes, au double point de vue de l'hydratation momentanée acquise sous l'influence des alcalis, et de l'état déterminé et définitif de dissociation que l'hydrate acide prend avec le temps au contact de l'eau.

» En résumé :

» 1° L'acide humique est un acide polybasique, susceptible de perdre une partie de son eau d'hydratation par simple dessiccation, et même au sein de l'eau, dès la température ordinaire, en vertu d'une véritable dissociation.

» 2° Dans cet état, il s'unit à 3 équivalents de potasse, en formant des sels insolubles : le premier est monobasique, fort stable, formé avec un dégagement de $+18^{\text{Cal}}$, c'est-à-dire comparable à celui des sels alcalins solides formés par les acides minéraux les plus énergiques. Les deux équivalents de base, qui s'unissent ensuite à ce premier sel, en formant un sel tribasique également insoluble, dégagent beaucoup moins de chaleur.

» 3° Ces matières humiques, comparables à celles du sol, éprouvent ainsi, sous l'influence d'une base, des phénomènes d'hydratation; puis par l'action inverse des acides, des effets de déshydratation spontanée par dissociation : série d'effets susceptibles de constituer un mécanisme en vertu duquel les énergies extérieures seraient continuellement introduites, dans les réactions chimiques accomplies pendant le cours de la végétation naturelle.

» 4° L'acide humique est formé depuis les sucres avec dégagement de chaleur; mais ce dégagement ne dépense qu'une portion de l'excès thermique de ces hydrates de carbone sur le carbone et l'eau, susceptibles d'être formés par destruction totale.

» Il en résulte que l'acide humique serait formé également depuis le carbone et l'eau avec absorption de chaleur, c'est-à-dire qu'il renferme un excès d'énergie, susceptible d'être dépensé dans le cours des transformations consécutives qui s'opèrent par des actions purement chimiques, ou avec le concours des agents microbiens, soit dans le sol, soit au contact du sol et des végétaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Analyse de la lumière diffusée par le ciel* (¹). Note de M. A. Crova.

« Ces observations ont été continuées à Montpellier, pendant l'année 1890; nous nous sommes bornés, pour plus de simplicité, aux observations faites dans les longueurs d'onde 600, 565 et 530; elles ont été faites à l'École d'agriculture de Montpellier, sous la direction de M. Houdaille.

» Voici les valeurs moyennes $100\frac{B}{S}$ pour l'année 1890 :

	$\lambda = 600$	565	530.	
Décembre 1889	76,32	100	131,3	Hiver.
Janvier 1890	70,27	»	135,3	72,28-128,1
Février	70,27	»	117,7	
Mars	70,84	»	130,9	Printemps.
Avril	66,55	»	124,9	69,63-126,3
Mai	70,61	»	123,2	
Juin	64,00	»	126,5	Été.
Juillet	64,15	»	117,3	63,12-118,3
Août	60,91	»	111,0	
Septembre	46,97	»	146,3	Automne.
Octobre	67,97	»	118,6	58,05-126,8
Novembre	59,23	»	118,2	
Année				65,69-124,8

» Nous avons déjà parlé des causes de variations accidentelles qui influent sur les radiations de longueurs d'onde supérieures à 565. Si nous nous bornons aux observations relatives à $\lambda = 530$, nous voyons que :

» 1° La coloration bleue est la plus intense aux mois de décembre, janvier, mars et septembre; ses minima se produisent en février, juillet, août et novembre; d'une manière générale, le bleu du ciel est le plus profond à certaines époques de l'hiver et de l'automne, et le plus pâle en été (le minimum de février paraît dû à la pluviosité anormale de ce mois, qui ne compte du reste que trois observations).

» 2° J'ai classé les intensités correspondantes aux diverses heures de la

---

(¹) Voir *Comptes rendus* de la séance du 25 mai 1891, p. 1176.

journée et j'ai vu se confirmer cette remarque que j'avais déjà faite, que le maximum de coloration bleue a lieu le matin, et le minimum à l'heure la plus chaude de la journée; la coloration augmente le soir, sans jamais devenir égale à celle de la matinée.

» 3° D'une manière générale, l'intensité de la coloration bleue est maxima en hiver et minima en été; le printemps et l'automne donnent sensiblement les mêmes valeurs.

» 4° La valeur moyenne de l'année correspond sensiblement à une valeur de $n = 3,5$; le maximum de janvier se rapproche de la loi $n = 4,7$, et le minimum d'août est à peu près $n = 1,6$. L'atmosphère contiendrait en été des particules de plus grande dimension qu'en hiver.

» Ces résultats s'accordent très bien avec ceux que j'ai déduits des variations diurnes et annuelles de l'intensité calorifique de la radiation solaire et varient à peu près dans le même sens que ceux-ci; ils s'accordent aussi avec ceux que j'ai déduits des observations de la polarisation atmosphérique qui, de même que la coloration bleue, diminue en été et au milieu de la journée.

» Ce travail peut être considéré comme une simple contribution à l'étude des phénomènes d'Optique atmosphérique, et établit une corrélation entre des observations qui ont d'abord été faites indépendamment les unes des autres, et que nous croyons être des manifestations variées d'une seule et même cause, qui serait la présence dans l'atmosphère de quantités variables de poussières, de globules infinitésimaux d'eau à l'état liquide, et d'une quantité très variable et très inégalement répartie de vapeur d'eau. »

M. **Mascart** présente le second Volume du « Traité d'Optique » dont il a entrepris la publication et s'exprime comme il suit :

« Le Volume que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie comprend les phénomènes d'interférence liés à la double réfraction homoédrique ou hémiédrique, c'est-à-dire la polarisation chromatique et la polarisation rotatoire, les propriétés des cristaux à structure irrégulière et une étude très détaillée, au point de vue expérimental, de la réflexion sur les milieux isotropes, les métaux et les substances cristallisées.

» Ces différentes questions ont pris un développement imprévu, qui paraît justifié par leur importance dans la pratique et dans le contrôle des théories. Mais le cadre primitif est ainsi devenu insuffisant pour le pro-

gramme que j'avais en vue; je terminerai l'Ouvrage par un troisième Volume, dont j'espère que la publication ne sera pas trop retardée.

» Le Volume actuel doit être accompagné de deux planches, l'une en noir, l'autre en couleur, relatives aux propriétés des cristaux; malheureusement l'artiste habile, M. Legros, qui avait entrepris la gravure est mort avant d'avoir achevé son travail; un album spécial consacré à ces deux planches paraîtra dans quelques mois. »

M. **Daubrée** fait hommage de deux Rapports annuels, pour 1888 et 1889, qu'il a faits comme Président du Bureau central météorologique de France, notamment sur les avertissements aux ports et à l'agriculture, la climatologie, la météorologie générale, les Commissions départementales et les observatoires régionaux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Louis Ducos du Hauron** soumet au jugement de l'Académie un travail sur la photographie des couleurs.

(Commissaires : MM. Lippmann, H. Becquerel.)

M. **E. Granges** adresse une Note ayant pour titre : « Récipients permettant de déverser au dehors les gaz plus lourds que l'air qui s'y dégagent ou s'y accumulent ».

(Renvoi au Concours des Arts insalubres.)

M. **Serrin** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Janssen, un nouveau système de balance de précision à pesées rapides à l'aide d'une chaîne métallique.

(Commissaires : MM. Janssen, Cornu, Schützenberger, H. Becquerel.)

MM. **Villoch** et **Molina** adressent un Mémoire, en langue espagnole, sur la reproduction des Anguilles.

(Commissaires : MM. Blanchard, Milne-Edwards.)

M. **Joseph Geraud** adresse une Note sur « Un système d'aérostat dirigeable ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Lembert-Roguin** adresse une Note sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations abéliennes.* Note de M. A. **Pellet**, présentée par M. Poincaré.

« On peut édifier pour les radicaux d'indice q, nombre premier impair, une théorie analogue à celle que j'ai développée dans une Note précédente pour les racines carrées. Soient $f(x) = 0$ une équation abélienne irréductible de degré m, et x, $\theta(x)$, ..., $\theta^{m-1}(x)$, ses m racines, x désignant l'une d'elles, $\theta(x)$ une fonction rationnelle telle que $\theta^m(x) = x$. Considérons le produit des $\frac{m(m-1)\ldots(m-q+1)}{1.2.3\ldots q}$ facteurs :

$$\theta^i(x) + \alpha\theta^{i_1}(x) + \alpha^2\theta^{i_2}(x) + \ldots + \alpha^{q-1}\theta^{i_{q-1}}(x),$$

où les nombres positifs i, i, ..., i_{q-1} vont en croissant, le premier pouvant être nul, auquel cas $\theta^i(x)$ représente x, et où α représente une racine de l'équation $\frac{x^q - 1}{x - 1} = 0$. Si l'on change x en $\theta(x)$, ce produit est multiplié par une puissance de α, d'exposant égal au nombre de facteurs qui renferme le terme $\alpha^{q-1}\theta^{m-1}(x)$, soit $\frac{(m-1)(m-2)\ldots(m-q+1)}{1.2.3\ldots q-1}$. Cet exposant est ou non divisible par q, suivant que m n'admet pas ou admet le facteur q. Dans le premier cas, le produit est rationnel, dans le second il acquiert q valeurs distinctes par la substitution des racines de l'équation $f(x) = 0$; sa puissance $q^{\text{ième}}$ est une quantité rationnelle P, et, si l'on se donne $\sqrt[q]{P}$, on pourra décomposer la fonction $f(x)$ en un produit de q facteurs d'égal degré $\frac{m}{q}$. Soient $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{P}_1$, ..., $\mathfrak{P}_{q-1}$ les quantités correspondant à P pour ces facteurs; on a $A^q\mathfrak{P}\mathfrak{P}_1, \ldots, \mathfrak{P}_{q-1} = P$, A étant une quantité rationnelle. En effet, A est le produit des facteurs $\theta^i(x) + \alpha\theta^{i_1}(x) + \ldots + \alpha^{q-1}\theta^{q-1}(x)$

pour lesquels les nombres $i, i_1, \ldots, i_{q-1}$ ne donnent pas tous le même résidu par rapport à q, et il est facile de s'assurer que ce produit ne change pas lorsqu'on change x en $\theta(x)$. $\mathfrak{P}$ est une fonction rationnelle de $\sqrt[q]{P}$, $\mathfrak{P}_i$ est la fonction $\mathfrak{P}$ dans laquelle on change $\sqrt[q]{P}$ par $\alpha^i \sqrt[q]{P}$. Dans le cas où $\frac{m}{q}$ est divisible par q, $\sqrt[q]{\mathfrak{P}}$ et $\sqrt[q]{\mathfrak{P}_1}$ sont des irrationnelles équivalentes; on a donc $\mathfrak{P}_1 = u^q \mathfrak{P}^k$, u étant rationnelle. Je dis que $k = 1$; en effet, on aurait

$$\mathfrak{P}_2 = u_1^q \mathfrak{P}_1^k = u_1^q u^{kq} \mathfrak{P}^k ;$$

et enfin $\mathfrak{P} = U^q \mathfrak{P}^{kq}$, U étant une quantité rationnelle. $\sqrt[q]{\mathfrak{P}}$ satisferait donc aux deux équations

$$y^q = \mathfrak{P}, \qquad y^{Kq-1} = \frac{1}{U}$$

et serait une quantité rationnelle; donc $K = 1$ et $u^q u_1^q u_2^q \ldots u_q^{q-1}$. Remplaçant $\mathfrak{P}_i$ par $u_i^q \mathfrak{P}$ dans l'équation $A^q \mathfrak{P} \mathfrak{P}_1 \ldots \mathfrak{P}_{q-1} = P$, il vient

$$\mathfrak{P} = \frac{\sqrt[q]{P}}{A} u_{q-1}, \qquad \mathfrak{P}_1 = \frac{\alpha \sqrt[q]{P}}{A} u, \qquad \ldots, \qquad \mathfrak{P}_{q-1} = \frac{\alpha^{q-1} \sqrt[q]{P}}{A} u_{q-2},$$

et le produit des facteurs $\alpha, \alpha^2, \ldots, \alpha^{q-1}$ étant 1, il en résulte

$$u u_1 u_2 \ldots u_{q-1} = 1.$$

» Pour l'équation binôme $\frac{x^p - 1}{x - 1} = 0$, la quantité P est une fonction entière à coefficients entiers de α, les quantités $\mathfrak{P}$ sont des nombres entiers algébriques et, par suite, les u des unités complexes.

» Le Δ d'une équation paire $F(x^2) = 0$ est égal au carré d'une quantité rationnelle multipliée par le produit des racines de l'équation $F(y) = 0$.

» Or, on obtient une équation paire en remplaçant x par $-\frac{z - \sqrt{A}}{z + \sqrt{A}}$ dans l'équation $\frac{x^p - 1}{x - 1} = 0$, et le coefficient de z^{p-1} est 1. En supposant $A = 1$, cette remarque permet de simplifier les calculs relatifs à l'équation binôme de ma Note précédente. Quel que soit A, l'équation en z est abélienne, et les a racines carrées successives qu'il faut extraire pour la réduire, 2^a étant la plus haute puissance de 2 qui divise $p - 1$, sont les mêmes que pour l'équation en x, excepté la dernière qui porte sur la même quantité que pour l'équation en x, multipliée par A. Ainsi, lorsque $a = 1$, il n'y a qu'une racine carrée à extraire, celle de $-pA$: et si $A = -p_1 A_1^2$, A_1 étant rationnel, l'équation en z se décompose en deux autres à coefficients rationnels. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau moyen d'apprécier le mouvement vertical des aérostats.* Note de M. **André Duboin**, présentée par M. L. Troost.

« On sait que la cause du peu de durée des voyages en ballon est due à la difficulté de se maintenir à une altitude constante, difficulté due surtout au manque de précision des procédés employés pour apprécier le mouvement vertical des aérostats.

» Pour apprécier ce mouvement, on emploie deux procédés : 1° on suit la variation de la pression barométrique, au moyen d'un baromètre à mercure ou d'un baromètre anéroïde, qui n'est pas plus sensible ; 2° on projette quelques feuilles de papier léger : la résistance du courant d'air vertical agissant différemment sur l'aérostat et sur le papier permet d'apprécier, par le mouvement ascendant ou descendant de celui-ci, le mouvement du ballon.

» L'appareil que j'ai expérimenté à bord du *Lazare-Carnot*, parti de Toulouse le 21 mai à 5^h de l'après-midi, où mon ami M. Bourjade, membre de l'Académie d'aérostation météorologique, m'a gracieusement offert une place, permet d'observer, d'une manière très sensible, la variation de pression due à la variation d'altitude, et cela avec une sensibilité 150 fois plus grande que celle du baromètre à mercure ; il permet également d'apprécier la variation de pression due à la résistance de l'air.

» Cet appareil, qui n'est autre que le manomètre différentiel de Kretz, se compose d'un tube en U de quelques millimètres de diamètre, dont les deux extrémités sont reliées à deux tubes plus gros, d'un même diamètre de quelques centimètres, auxquels on adapte deux tubes plus petits recourbés. L'un de ces tubes recourbés peut être fermé à un moment donné par un robinet ou par un tube de caoutchouc et une pince de Mohr ; la branche correspondante est remplie d'un mélange d'eau et d'alcool, de densité $d = 0,874$, coloré par de l'orseille et recouvert d'une très légère couche d'huile ; la seconde branche est remplie d'essence de térébenthine, de densité $d' = 0,864$; ces deux liquides ne se mélangent pas et offrent, près de la courbure du tube en U, une surface de séparation très nette dans la branche à essence de térébenthine.

» Supposons que, à un certain instant, l'aéronaute veuille savoir s'il monte ou s'il descend, il ferme le tube recourbé qui correspond à la colonne d'alcool et isole dans l'appareil un volume d'air que nous désignons par V, sous une pression H.

» Admettons, pour fixer les idées, que l'aérostat s'élève, la pression extérieure devient $H' < H$, la masse d'air enfermée se dilate, le niveau de l'alcool descend d'une hauteur y et, si l'on désigne par S la section du tube supérieur, le nouveau volume sera $V + Sy$.

» La surface de séparation aura monté d'une hauteur x dans la branche à essence de térébenthine. Appelons l et l' les hauteurs primitives des deux liquides au-dessus de leur première surface de séparation; en vertu du principe des vases communicants, on a $ld = l'd'$.

» Pour calculer la pression H_1 de la masse d'air enfermée, nous écrirons que deux éléments égaux situés dans le plan de la nouvelle surface de séparation supportent la même pression; on aura

$$H_1 + (l - y)d = xd + (l' - x)d' + xd' + H';$$

d'où, en tenant compte de $ld = l'd'$,

$$H_1 = H' + x(d - d') + y(d + d').$$

» On a, d'ailleurs, $Sy = sx$, d'où $y = \frac{s}{S}x$. On aura donc, en posant $(d - d') + \frac{s}{S}(d + d') = \delta$,

$$H_1 = H' + \delta x.$$

» Appliquons la loi de Mariotte, il vient

$$VH = (V + Sx)(H' + \delta x).$$

» H étant plus grand que H' et $d > d'$, on voit que des deux racines de cette équation l'une est négative et doit être rejetée.

» Cette équation ordonnée devient

$$s\delta x^2 + x(sH' + V\delta) - V(H - H') = 0.$$

» On en tire pour x une valeur qui, après réduction, peut s'écrire

$$x = \frac{-(sH' + V\delta) + \sqrt{(sH' - V\delta)^2 + 4VsH\delta}}{2s\delta}.$$

Nous pouvons, sans effectuer le calcul, donner une idée de la grande sensibilité de l'appareil en examinant le cas limite où $\frac{s}{S}$ (qui est égal à $\frac{1}{100}$) deviendrait nul.

» Notre équation fondamentale, mise sous sa première forme, devient, lorsqu'on divise ses deux membres par V,

$$H = \left(1 + \frac{s}{V} x\right)(H' + \delta x)$$

et, pour le cas limite considéré,

$$H = H' + (d - d')x,$$

d'où

$$x = \frac{H - H'}{d - d'}.$$

$H - H'$ étant exprimé en colonne d'eau, on voit qu'une élévation de 10^m, qui correspond à peu près à une variation de 1^{mm} du baromètre à mercure, peut facilement être accusée par une variation de plus de 10^{cm}. De plus, grâce au tube recourbé resté ouvert, le courant d'air vertical ajoute son action à la précédente et augmente encore la sensibilité de l'appareil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouveaux modèles de pile à oxyde de cuivre.* Note de M. F. de Lalande, présentée par M. Cornu.

« Les nouveaux modèles de la pile à oxyde de cuivre que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sont caractérisés par l'emploi de cet oxyde sous forme d'agglomérés à surface métallisée. Ils sont fondés sur la réaction que nous avons fait connaître en 1883, M. G. Chaperon et moi (1) : dissolution du zinc dans la potasse caustique et dépolarisation par réduction de l'oxyde de cuivre à l'état métallique.

» Ces modèles présentent divers perfectionnements : résistance intérieure moindre, constance de débit plus grande, facilité de montage, de démontage et de déplacement, etc.

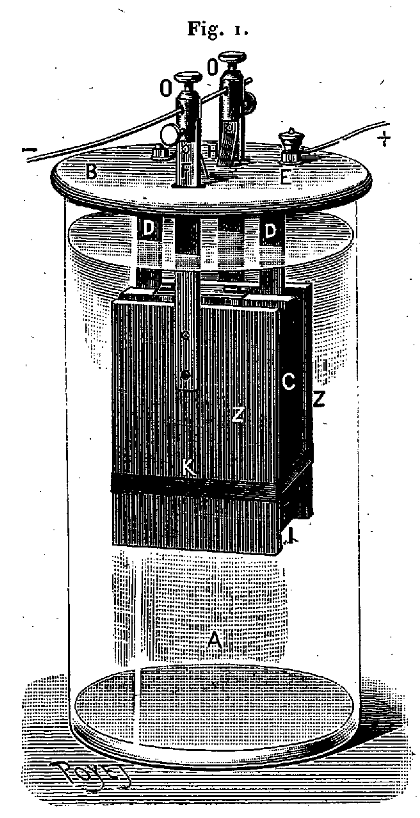
» L'élément (*fig.* 1) est constitué par une ou plusieurs lames de zinc Z, Z suspendues à un couvercle de faïence B, en regard d'une ou plusieurs plaques d'oxyde de cuivre aggloméré C, plongeant dans un vase en verre A, rempli de la solution de potasse à 35 pour 100.

» Les agglomérés d'oxyde de cuivre peuvent être préparés en moulant à

(1) *Comptes rendus*, 16 juillet 1883.

la presse hydraulique un mélange humide de battitures de cuivre avec 4 à 5 pour 100 d'argile et cuisant le produit à une température de 600 à 700 degrés. On peut également mouler les battitures avec 6 à 8 pour 100 de goudron et les soumettre à la chaleur rouge dans un four à réverbère. Il se produit d'abord une réduction de l'oxyde d'où résulte l'agglomération

Fig. 1.



Pile à agglomérés d'oxyde de cuivre (moyen modèle).

de la masse; puis, sous l'influence de l'air, le métal s'oxyde, sans altération de forme, et les plaques ainsi obtenues, bien que ne renfermant aucune matière étrangère, présentent une grande solidité. Leur porosité, dans l'un ou l'autre cas, est suffisante pour que la totalité de l'oxyde puisse exercer son action dépolarisante sans introduire de résistance notable dans la pile.

» L'oxyde de cuivre, ayant une faible conductibilité, offre l'inconvénient de ne dépolariser qu'aux points de contact avec l'électrode : aussi son pouvoir dépolarisant, faible au début, s'accroît-il par sa transformation,

par suite du travail, en cuivre bon conducteur. En métallisant l'aggloméré, on accroît donc considérablement la surface active, ce qui supprime la période de formation. Cette métallisation s'obtient en recouvrant l'aggloméré d'une légère couche de zinc en poudre et le plongeant dans de l'eau légèrement acidulée : le zinc se dissout en formant une série de couples locaux avec l'oxyde de cuivre dont la surface se réduit rapidement à l'état métallique. Mais, ce cuivre très poreux se réoxydant au séchage, il convient de le recouvrir par la galvanoplastie d'une couche très mince de cuivre, au moyen d'un courant intense et de peu de durée qui laisse à la surface une porosité suffisante.

» Les agglomérés sont maintenus contre des supports en tôle de fer cuivrée, au moyen de clavettes-ressorts qui permettent de les fixer et de les remplacer très facilement.

» Lorsqu'ils ont été transformés en cuivre métallique par le travail de la pile, ils peuvent être employés de nouveau plusieurs fois, après avoir été lavés, grillés et métallisés.

» Les plaques de zinc doivent être montées d'une façon spéciale pour éviter leur attaque rapide par la potasse au niveau du liquide. Dans le dispositif actuel, elles sont complètement immergées et supportées par des lames de laiton amalgamé ou de fer étamé, qui, en présence du zinc, ne donnent lieu à aucun dégagement d'hydrogène. Un ressort d'acier les maintient suspendues au couvercle de la pile.

» Les éléments ainsi constitués sont remarquables par leur résistance excessivement faible, leur grande constance et l'énorme quantité d'énergie continue. La pile à oxyde de cuivre est, à ma connaissance, le seul élément primaire à montage permanent et ne consommant ses produits qu'en proportion du travail fourni qui soit susceptible d'un grand débit.

Les courbes ci-jointes (*fig.* 2 et 3) représentent les décharges des éléments de petit (I), moyen (II), et grand modèle (III), respectivement sur des résistances de $\frac{1}{2}$ ohm, $\frac{2}{10}$ d'ohm et $\frac{1}{10}$ d'ohm. Les débits sont à l'origine de 1,18, 3,25 et 6,4 ampères. Pendant une décharge continue de trois journées entières, l'intensité ne baisse guère à l'heure, en moyenne, de plus de deux à trois millièmes de sa valeur, comme on peut le déduire de ces courbes.

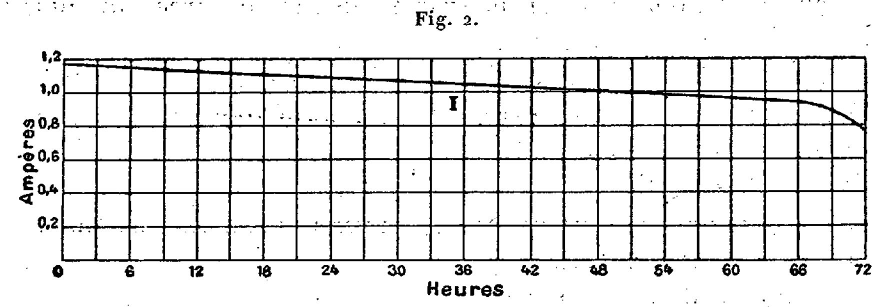
» La force électromotrice du courant à circuit ouvert est, suivant les essais de Sir William Thomson, de $0^{volt},94$. Si l'on attribue exclusivement la variation d'intensité pendant la décharge à l'augmentation de résistance intérieure, on trouve, en admettant que la force électromotrice des élé-

ments fermés sur les résistances indiquées s'abaisse et se maintient au chiffre de $0^{volt},80$, que les résistances intérieures des éléments varient :

	ohm		ohm
Pour le petit modèle, de.........	0,179	à	0,390
Pour le moyen modèle, de.......	0,046	à	0,096
Pour le grand modèle, de.........	0,025	à	0,051

» En réalité, il est certain que les résistances sont inférieures aux chiffres ci-dessus, mais qu'il se produit une légère polarisation.

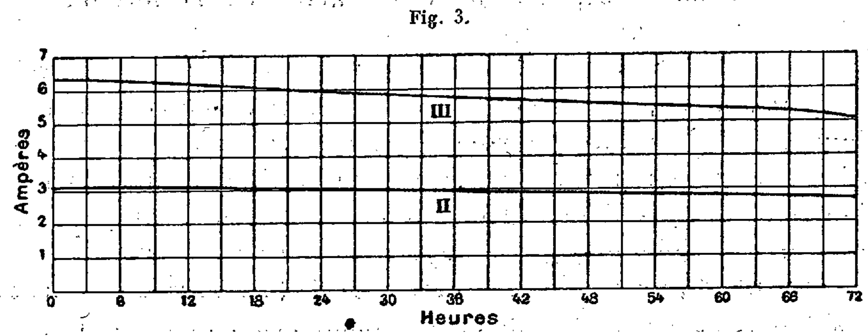
Fig. 2.



Décharge de la pile à agglomérés d'oxyde de cuivre (petit modèle).

» Dans un travail intermittent, on peut faire débiter aux divers éléments, avec une constance suffisante, 4, 12 et 25 ampères.

Fig. 3.



Décharge de la pile à agglomérés d'oxyde de cuivre [moyen modèle (II) et grand modèle (III)].

» L'énergie contenue dans les divers modèles, disponible à un moment quelconque, même plusieurs mois après le montage, est respectivement de 75, 300 et 600 ampères-heure; elle est bien supérieure à celles que peuvent renfermer des accumulateurs au plomb de même poids.

» En résumé, ces nouveaux modèles de la pile à oxyde de cuivre pourront, je l'espère, rendre de nombreux services dans les diverses applications où l'on a besoin d'un courant énergique et constant. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Détermination du poids moléculaire au point critique.* Note de M. **Philippe-A. Guye**, présentée par M. Sarrau.

« 1. Désignons par π, θ et φ les éléments du point critique : pression (en atmosphères), température absolue et volume critiques d'un poids p d'un corps.

» Il est aisé de démontrer [1] que la *densité critique par rapport à l'air, ramenée à* 0° *et à* 1 *atmosphère* est donnée par la formule

$$d = \frac{p\theta}{F\varphi\pi 273 \times 0,001293}. \tag{1}$$

» Cette valeur de d doit être égale au poids moléculaire divisé par 28,87. F est un facteur qui serait très approximativement égal à 2,67 d'après M. Van der Waals, rigoureusement égal à $4\frac{\alpha+\beta}{\alpha+\beta+\frac{\alpha}{2}}$ d'après M. Sarrau [2].

» L'expérience démontre que l'approximation qui consiste à poser $F = 2,67$ est insuffisante. Ce fait a déjà été l'objet d'une remarque de Nadesjdine [3].

» D'autre part, on ne connaît les valeurs de α et de β de l'équation de M. Sarrau, que pour l'anhydride carbonique et l'azote. Pour le premier de ces gaz, dont la densité critique a été déterminée expérimentalement par MM. Cailletet et Mathias, on peut calculer une valeur de F qui concorde exactement avec les exigences de la formule (1) et conduit à une valeur de d égale au poids moléculaire divisé par 28,87.

» 2. A défaut de notions précises sur les variations de F, j'ai cherché à représenter ce facteur d'une façon empirique et j'ai reconnu qu'on pouvait le regarder, pour une première approximation, comme une fonction linéaire de la température critique absolue du corps considéré, soit

$$F = A(1 + B\theta). \tag{2}$$

---

(1) J. Van der Waals, *Die Continuität, etc.*, p. 95; 1881.

(2) E. Sarrau, *Comptes rendus*, t. CI, p. 941; 1885. Ce résultat n'a pas été donné sous cette forme; mais il se déduit très facilement des deux équations suivantes relatives au point critique : $\varphi = \alpha + 2\gamma$ et $\pi = \frac{1}{8}R\frac{\theta}{\gamma}$.

(3) A. Nadesjdine, *Exner Repertorium*, p. 708; 1887.

» Les valeurs numériques de A et de B ont été déterminées au moyen des données relative à l'azote (¹) et à l'iodobenzène (²)

$$A = 2,648, \qquad B = 0,0009345.$$

» Introduisant dans l'équation (1) cette valeur de F, telle qu'elle résulte de l'équation (2), on trouve, toutes réductions faites,

$$(3) \qquad d = 1146 \frac{\delta\theta}{\pi(1070+\theta)},$$

δ étant la densité critique par rapport à l'eau, soit le poids de substance en grammes occupant un volume de 1^cc^ à l'état critique.

» 3. Je donnerai, dans un Mémoire détaillé, toutes les vérifications qu'on peut faire de la formule (3) au moyen des données d'expériences. Je me borne à transcrire ici quelques-uns des résultats obtenus et à faire remarquer que les valeurs de d sont bien égales aux densités théoriques : $\frac{M}{28,87}$.

Corps (³).		d [équation (3)].	M : 28,87.
Hydrogène	H^2	0,068	0,069
Éthylène	C^2H^4	0,99 — 0,87	0,97
Anhydride carbonique	CO^2	1,5 — 1,6	1,5
Anhydride sulfureux	SO^2	2,2	2,2
Alcool éthylique	C^2H^6O	1,6 — 1,7	1,6
Alcool propylique normal	C^3H^8O	2,1	2,1
Chlorobenzène	C^6H^5Cl	3,9	3,9
Iodobenzène	C^6H^5I	7,1	7,1

» Les poids moléculaires des corps ci-dessus varient dans le rapport de 1 à 100, et leurs températures critiques absolues dans celui de 1 à 22. La formule (3) n'est donc pas le résultat d'une coïncidence fortuite, mais bien l'expression d'une loi approchée permettant de contrôler le poids moléculaire au point critique. »

(¹) E. Sarrau, *Comptes rendus*, t. CX, p. 880; 1890.

(²) S. Young, *Chem. Soc Trans.*, t. LV, p. 507; 1890.

(³) Les données expérimentales servant à la vérification de la formule (3) sont empruntées aux auteurs cités dans mon Mémoire aux *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXI, p. 216; 1890.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche et séparation des métaux du platine et en particulier du palladium et du rhodium en présence des métaux communs.* Note de MM. A. Joly et E. Leidié, présentée par M. Troost.

« Lorsque les métaux du platine sont unis à de grandes quantités de métaux communs tels que cuivre, fer, plomb, bismuth, étain, on éprouve de grandes difficultés à reconnaître leur présence et à les séparer rigoureusement. Les études que nous avons entreprises depuis deux ans sur les combinaisons que forment quelques-uns des métaux de la mine de platine avec l'acide azoteux et les azotites alcalins (1), rapprochées des faits antérieurement observés par Fischer et Lang (palladionitrites, platonitrites), par Claus et W. Gibbs, nous permettent d'effectuer cette séparation dans la plupart des cas.

» Excluons tout d'abord l'osmium, le ruthénium et l'iridium; admettons, par exemple, que l'on ait appliqué au traitement des minerais de platine la méthode de Deville et Debray, que l'osmium et le ruthénium aient été éliminés à l'état de combinaisons volatiles, que l'iridium ait été séparé par le plomb. Les résidus de ces divers traitements auront laissé, dans une dissolution que nous supposerons être chlorhydrique, de petites quantités de palladium et de platine, du rhodium, avec des métaux communs, tels que plomb, fer, cuivre, bismuth, étain, etc., qui préexistaient dans le minerai, ou que les quantités considérables de plomb qu'il faut employer ont introduits à l'état d'impureté.

» Les réactions exercées par l'azotite de potasse sur les dissolutions chlorhydriques des métaux que nous venons de mentionner sont d'une netteté parfaite.

» L'addition progressive d'azotite de potasse à une dissolution d'un chlorure de *palladium*, maintenue tiède, amène la décoloration progressive de la liqueur, et, lorsque celle-ci est devenue neutre, elle a pris une couleur jaune d'or caractéristique et, après concentration, laisse déposer des cristaux de palladionitrite peu solubles à froid, surtout en présence d'un excès de chlorures alcalins.

» Le *platine* est transformé dans les mêmes conditions que le palladium

(1) A. Joly et Vèzes, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 667; E. Leidié, *Comptes rendus*, t. CXI, p. 106.

en platonitrite incolore; il est indispensable ici que le chloroplatinate de potasse qui se formera nécessairement au début ne puisse se déposer, et ceci exige ou que l'on ait préalablement éliminé la majeure partie du platine, ou que la liqueur soit convenablement étendue.

» Dans une dissolution chaude et étendue de chlorure de *rhodium*, l'azotite de potasse détermine la formation d'un précipité blanc, cristallin, d'azotite double, insoluble dans une dissolution de chlorure de potassium; il est à remarquer que la précipitation du sel double se produit lorsque le liquide est encore acide.

» Lorsque la dissolution chlorhydrique contient du *plomb*, celui-ci est précipité, en liqueur légèrement acide, avec le *bismuth* et l'*étain;* la précipitation du *cuivre* commence en liqueur acide et n'est terminée qu'au moment où le liquide est devenu nettement alcalin; la présence du cuivre s'accuse dès les premières additions d'azotite par une coloration verte intense; puis un précipité floconneux blanc bleuâtre se forme qui, peu à peu, se change en un précipité grenu d'un bleu clair. Quant au *fer*, il n'est éliminé qu'en dernier lieu en liqueur alcaline, sous la forme d'un précipité gélatineux brun, très soluble dans l'acide chlorhydrique étendu.

» Supposons maintenant une dissolution chlorhydrique de ces divers métaux. A la liqueur convenablement étendue (¹) et maintenue vers 60°, ajoutons progressivement de l'azotite de potasse; si la liqueur est riche en platine, nous voyons se former peu à peu un précipité cristallin de chloroplatinate qui sera parfaitement exempt des autres métaux. Après refroidissement et séparation du chlorosel, chauffons de nouveau et continuons les additions d'azotite, nous verrons se former brusquement, et surtout par le frottement d'une baguette de verre, le précipité cristallin double de rhodium qui *entraînera avec lui le plomb, le bismuth, l'étain*. Ce sel double, analogue par sa composition à l'azotite double de potasse et de cobalt, semble, en effet, se comporter comme celui-ci, c'est-à-dire former des combinaisons triples contenant du plomb et du bismuth; le précipité du rhodium est légèrement cuivreux. Au point où nous en sommes arrivés, la liqueur est encore acide; on la laisse refroidir pour séparer le sel de rhodium, dont la précipitation est, en général, complète si la liqueur contient

---

(¹) La concentration de la liqueur dépend de la nature des métaux dissous et de leur proportion relative. Un essai préliminaire fait sur une fraction de la liqueur permet de se rendre compte, en quelques instants, de la nature des métaux précieux et des métaux communs en présence et d'évaluer grossièrement leur proportion.

des quantités suffisantes de chlorure de potassium. Si le mélange renferme du cuivre et du fer, il suffit maintenant d'ajouter une nouvelle quantité d'azotite, de façon à rendre la liqueur alcaline, et de faire bouillir : fer et cuivre seront séparés par le filtre; le platine et le palladium se trouveront en entier contenus dans la dissolution, qui est jaune d'or. Si le palladium et le platine sont en quantité notable, on fait cristalliser les azotites doubles, sinon les sels sont transformés par l'acide chlorhydrique étendu en chlorures et éliminés par les méthodes connues.

» On voit donc que l'azotite de potasse permet de concentrer le palladium et le platine à l'état d'azotites doubles, solubles, exempts de métaux communs. Ceux-ci sont, au contraire, groupés autour du rhodium et il nous restera à montrer comment le rhodium pur peut être séparé de ce mélange.

» Nous ne pouvons entrer, dans une Communication nécessairement très sommaire, sur les divers cas qui peuvent se présenter.

» Nous dirons seulement qu'en appliquant cette méthode à l'examen de divers échantillons de palladium soi-disant pur fournis par le commerce, ou provenant de préparations antérieures faites au laboratoire, nous avons pu constater la présence presque constante du rhodium et du cuivre et, après élimination de ces impuretés, préparer du palladium pur. Dans des résidus pauvres en palladium, mais contenant cependant du rhodium en quantité notable, nous avons pu, par l'emploi de l'azotite de potasse, concentrer le palladium dans un volume restreint de liqueur et séparer ensuite de petites quantités de platine. Le traitement de plusieurs kilogrammes de résidus industriels nous a mis ainsi facilement en possession de sels de palladium et de palladium métallique tout à fait purs. »

CHIMIE. — *Sur les chaleurs spécifiques de quelques solutions.* Note de M. W. Timofeiew.

« Comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, je poursuis l'étude des propriétés physiques des solutions dans des dissolvants comparables. Je communique aujourd'hui quelques résultats sur les chaleurs spécifiques de ces solutions. Les corps qui m'ont servi sont le bichlorure de mercure et l'iodure de cadmium, qui présentent l'avantage d'avoir une grande solubilité dans les alcools et avec lesquels on n'a pas à craindre d'action chimique.

» La méthode employée est celle de M. Berthelot. Les chaleurs spéci-

fiques ont été déterminées pour des solutions de concentration variable dans les alcools méthylique et éthylique, et entre des limites de température également variables.

» L'expérience m'a fourni la chaleur spécifique moyenne des solutions alcooliques entre 10° et 50°, et j'ai calculé la chaleur spécifique moléculaire de chaque sel en solution en prenant la différence des chaleurs spécifiques moléculaires de la solution et du dissolvant.

» La Table suivante contient les résultats de mes calculs :

Solution.	Chaleur spécifique moléculaire du sel en solution.	Chaleur spécifique moyenne entre 10° et 50° observée.	Chaleur spécifique moyenne entre 10° et 50° calculée.	Différence.
$HgCl^2 + 25CH^4O$....	50,6	0,50776	0,50908	−0,00132
$HgCl^2 + 50CH^4O$....	50,1	0,55406	0,55503	−0,00097
$HgCl^2 + 100CH^4O$....	50,5	0,58236	0,58338	−0,00042
$HgCl^2 + 200CH^4O$....	37,1	0,53703	0,59929	−0,00226
$HgCl^2 + 25C^2H^6O$...	55,4	0,52403	0,52191	+0,00218
$HgCl^2 + 50C^2H^6O$...	52,3	0,55683	0,55670	+0,00013
$HgCl^2 + 100C^2H^6O$...	60	0,57865	0,57700	+0,00165
$CdI^2 + 10CH^4O$....	47,1	0,35626	0,36340	−0,00714
$CdI^2 + 100CH^4O$....	66,3	0,57200	0,56784	−0,00426
$CdI^2 + 10C^2H^6O$...	50,9	0,33646	0,33692	−0,00046
$CdI^2 + 100C^2H^6O$...	43,6	0,56548	0,56596	−0,00048
($CdI^2 + 25H^2O$).....	(27,9)	(0,58841)	»	»
($CdI^2 + 100H^2O$).....	(21)	(0,84430)	»	»
Moyenne pour les solutions alcooliques.....	52 (¹)	»	»	»

» Dans toutes les solutions, les deux sels ont une chaleur spécifique moléculaire sensiblement la même, dont la moyenne est égale à 52. La troisième et la quatrième colonne présentent les chaleurs spécifiques entre 10° et 50°, observées et calculées, en admettant que la chaleur moléculaire du sel en solution est égale à 52^{cal}, les chaleurs spécifiques de chaque alcool étant exprimées par les formules expérimentales suivantes :

$$C^{\text{méthyl}} = 0,56755 + 0,001633t \quad \text{et} \quad C^{\text{éthyl}} = 0,53574 + 0,002132t.$$

» En exceptant les solutions de CdI^2 dans l'alcool méthylique, toutes

(¹) La chaleur spécifique moléculaire de ces deux sels, à l'état solide, est égale à 19 (en moyenne).

les différences entre les valeurs calculées et observées, données par la cinquième colonne, sont de l'ordre des erreurs d'expérience. On en conclut qu'on peut évaluer les chaleurs spécifiques comme les sommes de la chaleur spécifique de l'alcool et de la chaleur spécifique du sel en solution (égale à 52 dans les cas étudiés), résultats auxquels ont déjà été conduits quelques expérimentateurs.

» Les solutions d'iodure de cadmium dans l'eau présentent un autre phénomène : la chaleur spécifique moléculaire du sel en solution, évaluée de la manière indiquée, est, pour la solution concentrée, environ deux fois plus petite que dans les solutions alcooliques, et, pour la solution plus étendue ($CdI^2 + 100 H^2O$), elle est assez voisine de celle du corps à l'état solide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits d'oxydation de l'acide urique.* Note de M. C. **Matignon**.

« Les oxydants fournissent avec l'acide urique deux produits principaux, l'allantoïne et l'alloxane. J'ai fait l'étude thermique de ces deux composés, ainsi que celle de l'alloxantine, qu'on déduit immédiatement de l'alloxane. La combustion a été opérée dans la bombe calorimétrique par les procédés ordinaires.

» *Allantoïne.* — Sa chaleur de combustion sous pression constante a été trouvée égale à $413^{Cal},8$:

$$C^4O^3Az^4H^6 + 4O^2 = 4CO^2 + 3H^2O + 2Az^2 \ldots\ldots \quad +413^{Cal},8$$

la chaleur de formation correspondante est de $170^{Cal},4$; enfin la chaleur de dissolution déterminée à 15° est de $-7^{Cal},5$.

» *Alloxane.* — Elle m'a fourni les résultats suivants

$$C^4O^5Az^2H^4 + \tfrac{5}{2}O^2 = 4CO^2 + 2H^2O + Az^2 \ldots\ldots \quad +278^{Cal},5$$

ce qui entraîne pour la formation $236^{Cal},7$. Sous ses trois états différents d'hydratation, les chaleurs de dissolution sont égales à $+4^{Cal},1$, $-4^{Cal},2$ et -9^{Cal}.

» *Alloxantine.* — L'alloxantine a donné le nombre suivant

$$C^8O^{10}Az^4H^{10} + \tfrac{11}{2}O^2 = 8CO^2 + 5H^2O + 2Az^2 \ldots \quad +586^{Cal},3$$

auquel correspond une chaleur de formation de $513^{Cal},1$. Sa chaleur de dissolution mesurée à 15° est égale à -9^{Cal}.

» J'ai réussi à passer directement de l'alloxane à l'alloxantine au sein même du calorimètre par l'intermédiaire du protochlorure d'étain. La réaction exige une vingtaine de minutes; effectuée à 15°, elle donne un dégagement de $29^{Cal},8$:

$$\underbrace{2C^4O^5Az^4H^2 \text{ sol.}}_{\text{Alloxane.}} + SnCl^2(\text{dissous dans } HCl) + 2HCl \text{ diss.}$$

$$= \underbrace{C^8O^{10}Az^4H^{10} \text{ diss.}}_{\text{Alloxantine.}} + SnCl^4(\text{dissous dans } HCl) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +29^{Cal},8$$

d'autre part,

$$C^8O^{10}Az^4H^{10} \text{sol.} = C^8O^{10}Az^4H^{10} \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -9^{Cal}$$

» La transformation du protochlorure d'étain en bichlorure a été mesurée avec soin par M. Berthelot qui a donné le nombre suivant :

$$SnCl^2(\text{diss. dans } HCl) + Cl^2 \text{ gaz} = SnCl^4(\text{diss. dans } HCl) \ldots\ldots \quad +77^{Cal}$$

» En prenant comme inconnue la chaleur de formation de l'alloxantine solide, les trois équations précédentes conduisent à $513^{Cal},8$; la bombe calorimétrique avait donné $513^{Cal},1$. L'accord entre ces deux nombres paraîtra très satisfaisant.

» Il est très intéressant de comparer les chaleurs de dissolution de l'alloxane sous ses différents états d'hydratation; on en tire les conséquences suivantes :

$$C^4O^4Az^2H^2 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = C^4O^5Az^2H^4 \ldots\ldots\ldots \quad +9^{Cal}$$

$$C^4O^5Az^2H^4 \text{ sol.} + 3H^2O \text{ sol.} = C^4O^5Az^2H^4, 3H^2O \text{ sol.} \quad +(6^{Cal},9 = 3 \times 2^{Cal},3)$$

» Comme on le voit, l'entrée de la première molécule d'eau dans la molécule alloxane donne lieu à un phénomène thermique relativement grand, hors de proportion avec celui qui correspond à l'adjonction d'une molécule d'eau de cristallisation et de même ordre de grandeur que celui qui se manifeste, par exemple, dans le passage de l'anhydride phosphorique à l'acide ortho

$$\tfrac{1}{3}P^2O^5 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = \tfrac{2}{3}PO^4H^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +9^{Cal},8$$

» L'hypothèse de Baeyer, qui regardait le composé $C^4O^4Az^2H^2$ comme l'anhydride de l'alloxane, reçoit ainsi une vérification expérimentale; la première molécule d'eau fait donc partie intégrante de la molécule chimique de l'alloxane,

$$(1)\ C = (OH)^2 \begin{matrix} \diagup CO - AzH \diagdown \\ \\ \diagdown CO - AzH \diagup \end{matrix} CO,$$

où deux oxhydriles sont réunis au même carbone.

» Des chaleurs de formation de l'allantoïne et de l'alloxane on déduit les dégagements de chaleur suivants :

$$C^5O^3Az^4H^4\,\text{sol.} + O\,\text{gaz.} + H^2O\,\text{liq.} = \underbrace{C^4O^3Az^4H^6\,\text{diss.}}_{\text{Allantoïne.}} + CO^2\,\text{gaz} \ldots\ldots \quad +40^{\text{Cal}},1$$

$$C^5O^3Az^4H^4\,\text{sol.} + O\,\text{gaz.} + 2H^2O\,\text{liq.} = \underbrace{C^4O^5Az^2H^4\,\text{diss.}}_{\text{Alloxane.}} + \underbrace{COAz^2H^4\,\text{diss.}}_{\text{Urée.}} \quad +23^{\text{Cal}},7$$

» La prédominance du dégagement thermique dans le premier cas semble indiquer qu'il devrait toujours se former de l'allantoïne; mais l'examen complet de l'action de chaque oxydant montre que le principe du travail maximum règle, dans tous les cas, ces deux modes de scission absolument différents de la molécule urique. Lorsque l'oxydant ne donnera lieu à aucun phénomène secondaire de même vitesse que la réaction principale, c'est-à-dire *simultané*, il se formera de l'allantoïne : c'est le cas, par exemple, du permanganate de potasse; il n'agit, à la température ordinaire, ni sur l'urée, ni sur l'allantoïne, ni sur l'alloxane, ou, du moins, les actions qu'il exerce sur ces deux dernières sont très lentes; elles n'ont pas lieu à l'instant même de la séparation de la molécule urique et, par suite, ne doivent point entrer en ligne de compte.

» Avec l'acide azotique, au contraire, il se produit de l'acide nitreux qui réagit immédiatement sur l'urée, et cette action a lieu au moment même de la formation de l'alloxane; elle lui est *simultanée*, de sorte qu'en réalité l'équation de la réaction est la suivante :

$$\begin{aligned} &AzO^3H\,\text{diss.} + C^5O^3Az^4H^4\,\text{sol.} + H^2O \\ &= C^4O^5Az^2H^4\,\text{diss.} + Az^2 + CO^2 + AzH^3\,(\text{diss. dans } AzO^3H) \ldots\ldots\ldots \quad +100^{\text{Cal}},9 \end{aligned}$$

» Grâce à ces réactions secondaires, la prépondérance thermique est ici favorable à la production d'alloxane.

» D'autre part, la marche du phénomène une fois décidée pour la formation de l'une des substances, on sait que celle-ci ne peut se transformer dans la seconde par une action ultérieure de l'oxydant, de sorte que la Thermochimie rend bien compte de ce fait remarqué depuis longtemps, que chaque oxydant, en agissant sur l'acide urique, devra fournir seulement ou l'alloxane ou l'allantoïne, mais jamais les deux en même temps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi du sélénite d'ammoniaque pour caractériser les alcaloïdes.* Note de M. **A.-J. Ferreira da Silva**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée à l'Académie au mois de juin 1885, M. Lafon a signalé un nouveau réactif pour la morphine et la codéine. C'est le sulfosélénite d'ammoniaque, qu'il prépare en dissolvant 1^{gr} de sélénite d'ammoniaque dans 20^{cc} d'acide sulfurique concentré. Ce réactif donne une couleur verte avec ces deux alcaloïdes; les autres se comportent d'une manière très différente. On voit donc qu'il est d'un usage précieux dans l'étude toxicologique des empoisonnements par les alcaloïdes de l'opium.

» En étudiant l'action de ce même réactif sur les autres alcaloïdes végétaux, j'ai eu l'occasion de rencontrer des faits nouveaux qui montrent que son emploi peut s'étendre avec avantage pour caractériser quelques autres alcaloïdes. Je demande la permission de les indiquer (1).

» J'ai opéré sur les alcaloïdes suivants : atropine, aconitine, berbérine, brucine, caféine, cinchonine, cinchonidine, cocaïne, curarine, delphine, digitaline, ésérine, morphine, narcotine, narcéine, papavérine, pilocarpine, solanine, saponine, sénégine et vératrine.

» Voici les résultats que j'ai obtenus :

» *Atropine.* — Pas de coloration.

» *Aconitine.* — Pas de coloration immédiate; vingt minutes après, coloration très légèrement rose.

» *Berbérine.* — Coloration jaune verdâtre, devenant successivement très brune, rose aux bords et violet au milieu, et une demi-heure après tout à fait rouge vineux persistant pendant trois heures.

---

(1) J'ai employé, pour faire ces réactions, de petites portions d'alcaloïdes que je plaçais soit sur des verres de montre déposés sur du papier blanc, soit sur de petites capsules de porcelaine (3^{cm} de diamètre et 4^{cc} de capacité).

» *Brucine.* — Coloration rougeâtre ou rose, devenant tout de suite orangé pâle. Une demi-heure après, coloration ambrée et pas de dépôt. Au bout de trois heures, *idem.*

» *Caféine.* — Pas de coloration sensible. Au bout de trois heures le liquide était rougeâtre et l'on y voyait un très léger dépôt qui n'était pas rouge.

» *Cinchonidine.* — Rien.

» *Cinchonine.* — Rien.

» *Cocaïne.* — Pas de coloration saisissable ni précipité, une demi-heure après. Au bout de trois heures, la même réaction que la caféine.

» *Curarine.* — Coloration violacée légère; après quelque temps, rougeâtre. Pas de dépôt rouge à la fin de trois heures.

» *Delphine.* — Coloration légèrement rougeâtre passant au rouge violacé. Pas de précipité au bout de trois heures.

» *Digitaline.* — Pas de coloration immédiate. Une demi-heure après, le liquide était jaunâtre. Après trois heures, il y avait un dépôt rougeâtre.

» *Ésérine.* — Coloration jaune citrin devenant orangée. Trois heures après, coloration plus pâle.

» *Morphine.* — Coloration bleu verdâtre très vive; une demi-heure après, jaune marron et pas de dépôt (réaction très sensible). Après trois heures, le liquide était brun marron. Pas de dépôt rouge.

» *Narcotine.* — Coloration bleuâtre devenant violacée et ensuite rougeâtre. Après une demi-heure, belle couleur rougeâtre et pas de précipité. Après trois heures, il y avait un petit dépôt rouge, sur quelques points, à la surface de la capsule.

» *Narcéine.* — Coloration vert jaune devenant brunâtre et après une demi-heure rougeâtre. Au bout de ce temps, dépôt rouge, très sensible au fond de la capsule après deux à trois heures.

» *Papavérine.* — Couleur bleuâtre; le liquide devient vert bouteille, vert jaunâtre sale, bleu violet et puis rouge. Au fond de la capsule, un petit dépôt bleuâtre.

» *Pilocarpine.* — Rien.

» *Solanine.* — Coloration jaune serin et puis brunâtre. Après une demi-heure, il s'était formé un anneau rose. Au bout de trois heures, le liquide était violet rouge.

» *Saponine.* — Coloration jaunâtre devenant légèrement rougeâtre. (Réaction peu nette.)

» *Sénégine.* — Coloration jaune sale légère. Après trois heures, le liquide était rougeâtre.

» *Vératrine.* — Coloration jaunâtre peu nette, quelquefois avec un ton vert, jaune après une demi-heure. Après trois heures, dépôt rouge et liquide jaunâtre (réaction de coloration peu nette).

» On peut conclure de là que le réactif de Lafon permet de caractériser non seulement la morphine et la codéine, mais aussi la berbérine, l'ésérine, la narcotine, la papavérine, la solanine et la narcéine : les premières par les réactions de coloration; la narcéine non seulement par la production immédiate d'une couleur vert jaunâtre passant au brun et, au bout

d'une demi-heure, au rougeâtre; mais aussi par la formation d'un dépôt rouge qu'on voit plus distinctement déposé deux ou trois heures après, sur les parois et au fond de la capsule.

» Je dois faire remarquer que la réaction avec l'ésérine n'est bien nette qu'avec un produit bien pur; j'ai opéré avec un échantillon très pur, incolore et bien cristallisé, de C.-F. Boehringer et Söhne (Mannheim).

» M. Lafon expliquait la réaction de la morphine et de la codéine, dont les analogies ont été démontrées par les recherches de M. Grimaux, par le pouvoir réducteur de ces deux alcaloïdes. Le sélénium serait mis en liberté sous leur influence, et, en se dissolvant dans l'acide sulfurique, il lui donnerait la couleur verte; puis, l'acide sulfurique, attirant l'humidité de l'air, donnerait lieu à la précipitation du sélénium en rouge, comme on peut le faire en ajoutant de l'eau à une solution sulfurique de sélénium.

» Les faits que j'ai cités démontrent qu'on ne peut faire dépendre les phénomènes observés de la simple considération du pouvoir réducteur desdits alcaloïdes. On vient de voir, en effet, que la narcéine qui, au point de vue de ses propriétés réductrices est bien inférieure à la morphine, détermine une séparation du sélénium bien plus rapide et plus nette que la morphine. Nous voyons d'ailleurs combien est variée l'action du réactif sur les divers alcaloïdes, et comment on peut l'utiliser pour établir de bonnes réactions de coloration.

» Il y a donc quelque chose de spécial dans cette réaction, qui tient principalement à la nature de l'alcaloïde employé. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du foie chez les Nudibranches.* Note de M. **H. Fischer** ([1]).

« L'anatomie topographique de l'embryon des Opisthobranches est en partie connue dans les stades qui précèdent l'éclosion; mais les renseignements sont très peu nombreux en ce qui concerne la période larvaire libre, qui est longue chez ces animaux. J'ai pu étudier quelques-uns de ces stades libres, et déterminer l'homologie des organes hépatiques des Nudibranches.

» *Description de la larve au moment de l'éclosion.* — L'espèce que j'ai examinée est l'*Æolis exigua,* Alder et Hancock, dont les pontes sont très

([1]) Ce travail a été fait dans les laboratoires de Zoologie de l'École Normale supérieure et de la station maritime de Wimereux.

abondantes à Wimereux, au printemps, sur les touffes d'Hydraires. Au moment de l'éclosion, le tube digestif se compose des parties suivantes : l'œsophage médiocrement allongé, un estomac ovoïde, et, à la suite, l'intestin.

» Vers la région antérieure de l'estomac, à droite et à gauche, se trouvent deux organes sur lesquels j'ai porté particulièrement mon attention : celui de gauche est un sac assez volumineux, dont la cavité s'ouvre dans le tube digestif, et qui est tapissé de grandes cellules munies de cils très fins. Je me suis assuré en nourrissant les embryons, aussitôt après leur éclosion, avec des spores d'ulves, que ces cellules sont alors le siège d'une digestion intracellulaire. Ce sac est donc l'organe digestif actif de la larve. L'organe de droite, placé symétriquement, est très petit, rudimentaire, et ne paraît avoir aucune fonction physiologique. Au point de vue morphologique, il est cependant équivalent à celui de gauche; car ces organes, examinés à un stade antérieur, étaient sensiblement égaux, et tous deux remplis de granulations vitellines. Le sort ultérieur de ces deux sacs n'a pas été suivi chez les Opisthobranches : j'ai constaté qu'ils fournissent le foie et je les appellerai *lobe gauche* et *lobe droit* du foie. L'estomac a un aspect bien différent : ses parois, non glandulaires, sont revêtues de cellules à plateaux et ciliées, dont l'action fait tourbillonner les aliments. Cet estomac larvaire n'a d'ailleurs pas de rapport avec la région plus ou moins bien délimitée, connue sous ce nom chez l'adulte.

» Les embryons de divers Lamellibranches, *Cardium, Mytilus, Cyclas, Teredo, Ostrea*, étudiés par MM. Lovén, de Lacaze-Duthiers, Stepanoff, Hatschek, Horst, possèdent un tube digestif qui présente une analogie frappante avec celui de l'*Æolis exigua :* on y remarque l'œsophage cilié et l'estomac ovoïde communiquant, dans sa partie antérieure, avec deux lobes hépatiques ayant la même constitution que le lobe gauche de l'*Æolis*. La seule différence réside dans l'atrophie du lobe droit chez les Nudibranches. Il est donc vraisemblable que, dans les diverses classes de Mollusques, le tube digestif larvaire possède la même structure fondamentale, et je propose d'examiner à ce point de vue les Prosobranches et les Pulmonés.

Phénomènes postérieurs à l'éclosion. — Les transformations des lobes hépatiques ont lieu pendant la vie larvaire libre, et sont les suivantes : dans un embryon véligère déjà muni d'une ébauche de la radule et de deux yeux, le lobe gauche s'est beaucoup développé et le lobe droit, rudimentaire au moment de l'éclosion, commence à s'accroître. Dans un embryon

rampant, ne possédant plus ni coquille ni voile, mais n'ayant encore aucune indication des rhinophores ni des papilles dorsales (stade planariforme), le lobe gauche s'est étendu dans toute la longueur du corps, au niveau et en arrière de l'estomac. Dans un stade à une paire de papilles dorsales, le lobe hépatique droit a fourni un bourgeon hépatique allant à la papille droite; le lobe gauche a fourni un bourgeon hépatique allant à la papille gauche et montre en arrière le début d'une paire de bourgeons destinés à la deuxième paire de papilles.

» Les changements ultérieurs sont de peu d'importance : le lobe droit ne s'accroît plus, le lobe gauche s'allonge de plus en plus en arrière et fournit des diverticules hépatiques aux nouvelles paires de papilles qui naissent postérieurement. Chez les Æolidiens adultes, le lobe droit est devenu la région du foie qui débouche, par un canal hépatique toujours unique, sur le côté droit du tube digestif, en avant du point où naît l'intestin. Le lobe gauche a formé tous les autres cœcums hépatiques.

» La disposition primitivement symétrique du foie peut donc se retrouver dans l'organe hépatique si compliqué des Nudibranches : elle n'est masquée que par le développement considérable du lobe gauche, qui s'étend dans toute la région postérieure du corps. On retrouve d'ailleurs un foie formé de deux lobes symétriques chez certaines formes pélagiques ou dégradées (*Phyllirrhoë*, *Pontolimax*).

» Le foie des Doridiens adultes se compose de deux parties : une masse principale et une très petite masse accessoire située à droite (*pancreatic organ* d'Alder et Hancock); les considérations qui précèdent permettent de supposer que ces deux masses correspondent au lobe gauche et au lobe droit de l'embryon.

» En résumé, ces recherches montrent que le foie des Nudibranches est formé en grande partie par le lobe hépatique gauche de l'embryon, et que les organes hépatiques dans deux groupes très différents de Mollusques, les Lamellibranches et les Nudibranches, sont des productions homologues. »

BOTANIQUE. — *L'*Isaria, *parasite de la larve du hanneton.*
Note de M. ALFRED GIARD.

« Le 28 juin 1890, M. Le Moult, président du syndicat de hannetonnage de Gorron (Mayenne), qui suivait avec intérêt mes essais sur la des-

truction des insectes nuisibles par les champignons entomophytes, m'envoya de Céaucé (Orne) quelques vers blancs momifiés qu'il supposait atteints par un cryptogame. La culture de ces sclérotes me donna, en effet, un beau développement de fructifications conidiennes d'un champignon que je rattachai provisoirement aux formes connues sous le nom d'*Isaria*. Je ne voulais pas risquer une détermination spécifique que je considérais alors et que je considère encore aujourd'hui comme prématurée. Depuis, dans une Communication à la Société de Biologie ([1]), j'ai indiqué le moyen de cultiver ce parasite sur les milieux artificiels et d'infester expérimentalement par inoculation ou par aspersion, soit des larves de hanneton, soit des vers de farine (*Tenebrio molitor*).

» Tout récemment ([2]), MM. Prillieux et Delacroix ont contesté l'exactitude de ma détermination et confirmé mes résultats d'infestation artificielle, mais en donnant la préférence à d'autres milieux de culture.

» Je ne sais comment MM. Prillieux et Delacroix délimitent les genres *Isaria* et *Botrytis* ni comment ils peuvent reconnaître, *à l'état conidial*, les spores de *Melanospora parasitica*. Pour moi, suivant l'exemple de de Bary, de Sorokine, de S.-A. Forbes, etc., je considère les formes *Botrytis* et *Isaria* comme des stades évolutifs (ontogénétiques) de champignons ascomycètes dont un petit nombre seulement nous sont connus aujourd'hui sous leur forme parfaite (ascosporée). Je donne à ces cryptogames le nom de *Botrytis* lorsque les hyphes fructifères forment une sorte de velours recouvrant la surface du substratum; je les appelle *Isaria* lorsque les hyphes se réunissent en touffes longues, épaisses, plus ou moins régulièrement claviformes (*hyphasmata*) sur lesquelles naissent les conidies (les *Stilbum* représentent un état différencié de cette forme *Isaria*). Enfin lorsque le parasite, après avoir produit un sclérote dans le corps de l'insecte, donne naissance à un stipe qui, généralement, sort du cadavre en des points définis et porte un réceptacle couvert d'ascospores ou de thécaspores, je le nomme, avec les auteurs, *Cordyceps* ou *Torrubia*.

» Certaines espèces peuvent présenter, suivant les conditions où elles végètent, deux ou trois de ces états. Le *Botrytis bassiana* du ver à soie, inoculé à la chenille de *Gastropacta rubi*, donne une forme *Isaria* (de Bary). L'*Isaria farinosa* de la même chenille peut produire le *Claviceps militaris*.

([1]) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, séance du 11 avril 1891, p. 236-238.

([2]) *Comptes rendus*, 11 mai 1891, p. 1079-1081.

D'après Krassilstchik, la muscardine verte de l'*Anisoplia austriaca* prend l'aspect typique des *Isaria* lorsqu'elle infeste les larves de *Cleonus puncti-ventris;* dans les cultures artificielles, elle présente parfois la forme *Coremium.*

» Sur les milieux artificiels et sur les sclérotes faibles, ou épuisés par des fructifications antérieures, le parasite du hanneton nous offre, en général, la forme *Botrytis;* les vers recueillis à Céaucé nous montrent, au contraire, pour la plupart, de fort beaux types d'*Isaria* dont les *hyphasmata* peuvent atteindre plusieurs centimètres de longueur. Puis donc que MM. Prillieux et Delacroix ont constaté la parfaite identité de ce parasite avec le *Botrytis tenella* Sacc. trouvé à Trente par Bresadola, nous dirons que le *Botrytis tenella* affecte aussi, et même très fréquemment, la forme *Isaria tenella.*

» Mais ces dénominations ne peuvent être que provisoires, car nous ne sommes nullement en droit d'affirmer que, outre les formes *Botrytis* et *Isaria*, le champignon du ver blanc ne présente pas une forme plus élevée de reproduction déjà décrite peut-être sous le nom d'un *Cordyceps.*

» En effet, Bresadola n'est pas, comme on paraît le croire, le seul auteur qui ait rencontré des Ascomycètes parasites sur les Mélolonthides :

» 1° Dès 1769, Fougeroux de Bondaroy a signalé et décrit un champignon parasite de la larve d'un hanneton de Pensylvanie. Ce champignon fut nommé plus tard par Tulasne *Cordyceps Melolonthæ.* Il a été réétudié depuis par Burrill, Kirtland, Mitchill, Walsh, Zabriskie, etc. En 1875, Riley l'a considéré comme nouveau et rebaptisé *Torrubia elongata.* C'est par erreur que Krassilstschik et quelques auteurs modernes ont cité cette espèce comme parasite de *Melolontha vulgaris* Fab. Elle infeste surtout en réalité le *Lachnosterna fusca*, hanneton américain du groupe des Rhizotrogides dont la larve est le ver blanc commun (*white grub*) des États-Unis.

» 2° Berkeley et Curtis ont décrit le *Cordyceps Ravenelii* parasite des larves d'un autre Rhizotrogide (*Ancylonycha* Dej., *Phyllophaga* Harris) de la Caroline, du Texas (B. et C.) et de l'Alabama (Hagen).

» 3° Roumeguère et Ch. Fourcade ont trouvé en France le *Cordyceps entomorhiza* Dicks sur le petit hanneton d'été *Rhizotrogus solstitialis* Fab. (insecte parfait) à Super-Bagnères.

» 4° Roumeguère a rencontré dans le département de l'Aude, et Briard au bois de Bailly (Aube), le *Melolontha vulgaris,* Fab. (insecte parfait), atteint par un *Cordyceps* qu'ils ont identifié avec le *Cordyceps militaris* L., dont l'état conidial est l'*Isaria farinosa.* Déjà, en 1869, Bail avait signalé un *Isaria* indéterminé sur la larve et l'insecte parfait du hanneton vul-

gaire à Mewe (Prusse). La même année, de Bary observait, aux environs de Halle, une épidémie du *Melolontha* (larves), causée par un *Botrytis* qu'il a rapporté au *B. Bassiana* et qui doit être identifié peut-être à l'espèce qui nous occupe. Je cite en passant les espèces mal définies, telles que *Cordyceps Miquelii* Tul., *C. sobolifera* Hill., *C. Barnesii* Thv., qui ont été trouvées en divers points du globe sur des *Melolontha* ou tout au moins sur des Lamellicornes à l'état de larves ou d'insectes parfaits. Leidy a mentionné, dès 1851, un champignon parasite des larves de Lamellicornes. Metschnikoff a fait connaître l'*Isaria destructor* de l'*Anisoplia austriaca* (hanneton des blés). Grognot a vu, en Saône-et-Loire, l'*Isaria eleutheratorum* Nees, sur *Lucanus cervus*.

» Tous ces champignons sont loin d'être connus sous leurs divers états, et l'énumération précédente justifiera, je pense, les réserves que j'ai faites relativement à la détermination spécifique du parasite si intéressant trouvé par M. Le Moult à Céaucé et rencontré depuis en diverses localités.

» Quant au *Melanospora parasitica*, j'avais, dès le mois de juin 1890, signalé la possibilité de son existence sur les larves contaminées dans une lettre adressée à M. Le Moult et que celui-ci a partiellement publiée. Mais le fait même que les spores recueillies dans mes cultures pouvaient être inoculées avec succès à divers insectes écartait l'idée de toute confusion avec les conidies de *Melanospora*. Les belles recherches de Kihlman ont mis hors de doute que cet Ascomycète est parasite des Isariées et n'infeste pas directement les insectes.

» Enfin, contrairement à MM. Prillieux et Delacroix, je trouve que les cultures sur pomme de terre donnent un rendement en spores fort inférieur aux cultures sur des milieux plus azotés (bouillons animaux), ce qui, d'ailleurs, est facile à comprendre, si l'on songe que le ver blanc renferme environ 3,5 pour 100 d'azote. Une certaine quantité de phosphates est également utile et il importe surtout que le milieu ait une réaction légèrement acide. »

BOTANIQUE. — *Les genres de la tribu des* Clusiées *et en particulier le genre* Tovomita. Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« Les genres assez nombreux qui, avec les *Clusia*, constituent la tribu des Clusiées, ne se distinguent de ces derniers par aucun caractère anatomique rationnel : les allures épharmoniques sont exactement les mêmes;

la différenciation est donc purement morphologique; elle est, en outre, identique avec celle qui a présidé à la division du genre *Clusia* en sections. S'il fallait construire une clef anatomique pour la détermination des plantes de cette tribu, il faudrait passer par-dessus les genres pour s'adresser directement aux espèces. Mais il ne s'agit point ici de la détermination des plantes, il importe simplement de retenir qu'il y a un lien très étroit entre tous ces genres et le grand genre *Clusia*.

» Il se trouve qu'en principe aucun des caractères floraux observés dans ces genres n'est entièrement étranger aux *Clusia*. Si l'on veut bien admettre que la parenté entre ces genres est effective et non un vain simulacre, il faut donc admettre également que le genre *Clusia* est plus ancien que les autres et que ceux-ci dérivent de lui.

» Aucun de ces genres secondaires ne présente une épharmonie plus avancée (plus extrême) que les *Clusia* correspondants; au contraire, l'épharmonie y est souvent beaucoup moins hélioxérophile. A moins de recourir à une rétrogradation de l'épharmonisme, ce qui ne serait guère plausible, la parenté la plus étroite unit ces genres à des *groupes nodaux* correspondants parmi les *Clusia* ou aux *ancêtres de ces groupes nodaux*. Les groupes nodaux acquièrent par cela même une importance inattendue.

» Je me bornerai aujourd'hui à montrer quelle est l'origine du plus grand des genres secondaires de la tribu des Clusiées, le genre *Tovomita*, me réservant de présenter, dans une autre Note, les résultats que l'on obtient en appliquant des raisonnements analogues aux autres genres.

» Les étamines des *Tovomita* sont libres, nombreuses, à anthères courtes, dont les loges, obliquement insérées sur les bords du connectif, sont plus ou moins divergentes à la base. Parmi les *Clusia*, seuls les *Criuva* et les *Anandrogyne* présentent des fleurs mâles qui soient comparables à celles des *Tovomita*, mais les loges de l'anthère y sont ordinairement très longues et parallèles; les espèces qui, sous ce rapport, se rapprochent le plus des *Tovomita*, sont les *Cl. Ducu* et *havetioides*, de la section *Anandrogyne*. Les loges de l'ovaire des *Tovomita* sont 1-ovulées et au nombre de quatre. Seuls, parmi les *Clusia*, les *Cl. Ducu* et *trochiformis* ont quatre carpelles et des loges ovariennes monospermes *par avortement;* tous les autres *Clusia* à loges monospermes appartiennent à la même section *Anandrogyne*. Il est donc évident, tous ces caractères disparates donnant la même indication (fleur mâle, nombre des carpelles et des graines), que, si les *Tovomita* descendent des *Clusia*, et cela est infiniment probable d'après ce qui précède, ils descendent des *Anandrogyne* et sont proches voisins du *Clusia Ducu* qui,

avec le *Cl. trochiformis* (*Tovomitopsis Spruceana* Engl.!), constitue le groupe nodal de la section.

» Ici se présentent maintenant deux faits qui méritent d'attirer notre attention : 1° Dans les fleurs femelles des *Anandrogyne*, les étamines ne sont plus représentées que par des dents très courtes, dépourvues d'anthères. Il est clair que les fleurs des ancêtres de ces plantes étaient hermaphrodites, puisqu'il y a des rudiments d'étamines; or, chez les *Tovomita*, les staminodes des fleurs femelles ressemblent presque absolument aux étamines fertiles des fleurs mâles; par conséquent, si les *Tovomita* se rattachent au groupe nodal *Ducu-trochiformis*, ils descendent de ce groupe, non tel qu'il est maintenant, mais tel qu'il était autrefois, alors que la fleur femelle était encore moins éloignée de la fleur hermaphrodite. En d'autres termes, le groupe nodal *Ducu-trochiformis* est la continuation en ligne directe d'un groupe nodal antérieur, d'où est issu latéralement le genre *Tovomita*, par suppression congénitale (?) de tous les ovules, sauf un. 2° Tous les *Clusia* ont un hypoderme; les *Cl. Ducu* et *trochiformis*, en particulier, possèdent un hypoderme de trois ou quatre assises de cellules. La plupart des *Tovomita* sont dépourvus de ce tissu aquifère, quelques-uns seulement (*T. nigrescens, spruceana, stigmatosa*) présentent un hypoderme d'une seule assise de cellules; les allures épharmoniques sont donc les mêmes que chez les *Clusia*, mais elles restent souvent *potentielles* sans se traduire par le fait anatomique. Il est cependant difficile de croire qu'un hypoderme de trois ou quatre assises puisse se perdre, surtout lorsque la plante est abandonnée sans protection à la lutte pour l'existence. Il est en outre infiniment probable que les *Clusia*, aujourd'hui si généralement pourvus d'un hypoderme, dérivent d'ancêtres qui, primitivement, n'en avaient pas, pour le développer peu à peu ensuite; par conséquent, si les *Tovomita* se rattachent au groupe *Ducu-trochiformis*, ils ne descendent pas de ce groupe tel qu'il est, mais tel qu'il était auparavant. Cette conclusion est exactement la même que celle qui nous a été fournie par la structure des fleurs femelles.

» Les raisons diverses que je viens d'énumérer indiquent suffisamment que le genre *Tovomita*, quoique peu avancé en épharmonie lui-même et à peine sorti de l'état de nébuleuse ou d'immense groupe nodal, s'est séparé latéralement, à une époque reculée, de ce groupe nodal du genre *Clusia* sect. *Anandrogyne* qui s'est plus tard constitué en *Cl. Ducu* et *Cl. trochiformis*.

» Il est bon de noter enfin que la distribution géographique actuelle des

Tovomita est assez différente de celle des *Clusia Anandrogyne*. L'aire des *Anandrogyne* comprend le Pérou, la Colombie, l'isthme de Panama, la Jamaïque et les Antilles; celle des *Tovomita,* le Pérou, la Bolivie, la Colombie, la région du haut Amazone, les Guyanes, les Antilles et le Brésil.

» L'une des espèces les plus répandues et les plus variables du genre est le *T. brasiliensis,* qui couvre le territoire immense compris entre les Guyanes, la province de Bahia et le Pérou. Dans ce dernier pays, où elle a été récoltée par Gay, elle coudoie encore aujourd'hui le *Cl. Ducu* et le *Cl. trochiformis*. C'est une espèce qui, chose rare, tantôt présente un hypoderme rudimentaire, tantôt en est dépourvue, et se divise morphologiquement et épharmoniquement en plusieurs variétés et formes (en partie prises pour des espèces distinctes), qui, en un mot, revêt toutes les particularités d'un groupe nodal au milieu d'un genre lui-même assez mal différencié en espèces. »

BOTANIQUE. — *Sur quelques éléments de soutien de la feuille des Dicotylédones.* Note de M. E. **Pée-Laby**, présentée par M. Duchartre.

« Au cours de mes recherches sur la structure comparée des feuilles et des cotylédons, j'ai eu l'occasion d'étudier certains organes de soutien d'une forme toute particulière. Je me propose de faire connaître les rapports de ces éléments avec les autres tissus; j'indiquerai aussi leur développement et quelques-unes des formes variées qu'ils peuvent revêtir. Jusqu'ici les botanistes n'ont fait que les signaler en passant. Cependant, dans ces derniers temps, MM. Vesque (¹) et Reinsch (²) font connaître avec assez de détails un certain nombre de plantes qui possèdent dans leurs feuilles des éléments de soutien de formes et de dimensions variées. Plus récemment encore, M. Van Tieghem (³) décrit les différents types de sclérites que l'on rencontre dans les feuilles d'une famille exotique, les Mémécylées.

(¹) J. Vesque, *Caractères des familles gamopétales d'après l'anatomie de la feuille* (*Ann. Sciences natur.*, 7e série, 1885, t. I).

(²) A. Reinsch, *Ueber die anatomischen Verhältnisse der Hamamelidaceæ* (*Botan. Jahrbücher für Systemat., etc.*, t. XI).

(³) Van Tieghem, *Structure et affinités des Mémécylées* (*Ann. Sciences natur.*, 7e série, t. XIII, no 1; 1891).

» Mes études, qui ont porté sur des feuilles différentes de celles qui ont été examinées par les auteurs précédents, m'ont permis de faire de ces organes particuliers deux catégories. La première comprend les éléments de soutien issus du péricycle du faisceau foliaire, la seconde, les éléments isolés et situés dans tout le mésophylle. A ces deux origines correspondent des formes différentes.

» I. *Éléments de soutien péricycliques.* — Sur la coupe transversale de la feuille du *Burchellia capensis* on voit se détacher du péricycle ligneux un certain nombre de fibres qui, se recourbant presque à angle droit, s'engagent dans le tissu palissadique et se terminent sous l'épiderme supérieur en tête plus ou moins aplatie.

» Ailleurs, chez l'*Hakea saligna*, le rapport de ces fibres avec le péricycle est encore plus évident. La feuille ici possède des cellules en palissades à chaque face; les nervures situées dans le tissu lacuneux sont entourées d'une gaine complète de fibres péricycliques. Ces dernières se détachent des deux pôles du faisceau et se rendent soit à la face supérieure, soit à la face inférieure de la feuille. Arrivées sous l'épiderme, ces fibres, au lieu de former simplement une tête comme dans le *Burchellia*, envoient des ramifications parallèles à la surface dans toutes les directions. Les branches d'une fibre, se rattachant aux branches de la fibre voisine, forment au mésophylle une sorte de tissu de protection. Les fibres, en forme de piliers, qui sont dans le tissu palissadique en soutiennent les éléments. Enfin, pour empêcher l'écrasement du tissu lacuneux, ces fibres émettent à leur base des spicules longs et effilés qui, s'entre-croisant avec ceux des fibres opposées, maintiennent intacte la forme des cellules.

» II. *Éléments de soutien isolés.* — Ceux-ci paraissent être les plus nombreux. Ils sont destinés à servir de soutien au tissu palissadique ou au tissu lacuneux plus spécialement, ou aux deux à la fois. Ordinairement courts, ils acquièrent quelquefois de très grandes dimensions, comme chez l'*Olea europæa*, et, tout en restant cylindriques, peuvent présenter des nodosités ou un commencement de bifurcation. On peut en rencontrer deux formes bien nettes.

» *a. Cellules simples.* — La feuille de l'*Osmanthus aquifolius* possède des cellules ligneuses en forme de clou; la tête est appuyée contre l'épiderme supérieur et la pointe effilée s'enfonce dans les méats des premières cellules du tissu spongieux. Elles ont une longueur peu variable et sont implantées perpendiculairement à la surface de la feuille.

» Les éléments de soutien de la feuille de l'*Olea europæa* sont situés dans le tissu lacuneux particulièrement, mais on en voit aussi ramper sous l'épiderme supérieur. Ce sont de longues cellules cylindriques dont la direction générale est parallèle à la plus grande dimension de la feuille. Après avoir servi de soutien au mésophylle, elles s'écartent insensiblement vers les bords, où elles vont former de gros faisceaux très résistants. Leur longueur est considérable; en les isolant par la macération de Schultze, ou bien en éclaircissant la feuille par l'hydrate de chloral, on voit qu'elles peuvent atteindre la longueur de la feuille elle-même.

» Chez les *Phyllirœa*, les feuilles ont des cellules de soutien traversant à la fois le tissu palissadique et le tissu spongieux.

» *b. Cellules rameuses.* — Elles se composent toujours de deux parties : le corps cellulaire et les spicules. Le corps de la cellule est généralement placé dans le tissu lacuneux; il envoie des branches de soutien dans le tissu palissadique et dans le tissu lacuneux lui-même. Quelquefois le corps cellulaire est très petit relativement aux spicules, et alors la ressemblance avec des poils composés est complète (*Limnanthemum nymphoides*), ou bien c'est l'inverse qui a lieu (*Limoniastrum monopetalum*).

» Les spicules sont rarement simples (*Ternstrœmia japonica*, *Limnanthemum*, etc.); le plus souvent, ils sont ramifiés par dichotomie. Le *Begonia sanguinea* possède une feuille dont les cellules sclèreuses ont des bras tous à plusieurs branches. De plus, dans cette espèce, on remarque dans le corps cellulaire de gros cristaux octaédriques d'oxalate de chaux.

» En étudiant le développement de ces divers organes, on constate que la feuille jeune en est dépourvue. On ne les voit apparaître qu'au moment où le limbe possède sa forme définitive, sans avoir pour cela sa vraie grandeur (*Osmanthus*, *Olea*, *Ternstrœmia*, etc.). Chez l'*Hakea saligna*, en particulier, on sait que, lorsqu'elle est jeune, la feuille est couverte de poils sur ses deux faces, et qu'à l'état adulte elle est complètement glabre. Au fur et à mesure qu'elle se développe, elle perd ses poils de la base au sommet. Or, si l'on examine le mésophylle dans la partie glabre, on y trouve des éléments de soutien sclérifiés, tandis qu'on n'en voit pas trace dans la portion recouverte de poils. A la limite de ces deux régions, on aperçoit des éléments en voie de formation s'avancer entre les cellules palissadiques, et d'autres complètement formés, mais pas encore lignifiés. Dans ce cas, les poils qui servaient de protection à la feuille dans son jeune âge sont remplacés, plus tard, par d'autres organes du même genre placés à l'intérieur

et plus résistants. En outre, le développement de ces organes internes est le même que celui des poils proprement dits : les uns et les autres se forment et grandissent en se frayant un passage au travers des cellules.

» Dans la feuille du *Begonia sanguinea*, ces éléments apparaissent lorsque le limbe, plissé dans le bourgeon, commence à s'étaler, c'est-à-dire au moment où le besoin de soutien se fait sentir. Cette apparition coïncide ordinairement avec la différenciation complète de tous les autres appareils de la feuille. »

PÉTROGRAPHIE. — *Diffusion des trois formes distinctes de l'oxyde de titane dans le crétacé du nord de la France.* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. Fouqué.

« Parmi les nombreuses substances minérales dont j'ai reconnu l'existence dans la craie du Nord, je dois mentionner l'oxyde de titane TiO^2. Il se présente sous trois formes cristallines distinctes, qui sont, par ordre d'importance, le *rutile*, l'*anatase* et la *brookite*.

» 1° *Rutile.* — On le trouve en grains plus ou moins arrondis, et en cristaux quadratiques très nets, atteignant au plus $0^{mm},12$ de plus grande longueur.

» Les cristaux sont jaune d'or; ils résultent de la combinaison de $m(110)$, $h^1(100)$, $b^1(112)$; la zone verticale est très développée. Les mâcles polysynthétiques, suivant $b^1(112)$, sont fréquemment visibles ; deux individus sont parfois réunis, suivant un plan d'assemblage parallèle à $b^1(112)$, et montrent la mâcle en genou, si caractéristique du rutile.

» Les grains appartiennent le plus souvent à une variété brun rougeâtre; ils sont striés parallèlement à l'intersection des faces verticales, dont il reste quelques traces; ces stries manquent presque toujours dans les cristaux.

» Les diverses propriétés du rutile, relief, biréfringence, etc., séparent immédiatement cette espèce de toutes celles qui l'accompagnent.

» Le rutile est subordonné au zircon comme importance et l'emporte quelquefois sur la tourmaline; il est représenté à tous les niveaux de la craie du Nord.

» 2° *Anatase.* — Elle forme des cristaux quadratiques très petits, tabulaires, à forme générale carrée ou rectangulaire, mesurant à peine $0^{mm},08$

de plus grande longueur et résultant de la réunion des faces $p(001)$, $h^1(100)$; les faces $b^1(112)$ sont rudimentaires.

» L'anatase est soit incolore et transparent, soit jaune d'or pâle et translucide, soit enfin noirâtre et opaque; l'éclat est adamantin. L'axe optique est perpendiculaire à la zone d'aplatissement et coïncide avec n_p : la double réfraction, qui est assez énergique, est donc à un axe négatif.

» Sous l'influence des courants, les cristaux ont souvent été réduits en lamelles de clivage, parallèles à $p(001)$. L'anatase est abondante dans l'assise à *Terebratulina gracilis;* plus abondante encore dans la craie à *Micraster breviporus* et à *M. cor. testudinarium;* elle est inconnue dans l'assise à *M. cor anguinum*.

» 3° *Brookite*. — On la trouve sous forme de tables orthorhombiques atteignant jusqu'à $0^{mm},11$ de longueur; elles sont formées par $m(110)$, $h^1(100)$, $e_3(121)$, ou par $m(110)$, $h^1(100)$, $p(001)$, $e_3(121)$, $e_{\frac{1}{2}}(021)$. La brookite est jaune brunâtre pâle, très limpide et translucide, à éclat faiblement métallique. Les traces de clivage facile $g^1(010)$ sont fort accusées et serrées ou espacées dans le même individu.

» La bissectrice positive ng est perpendiculaire à la face d'aplatissement $p(001)$. Le plan des axes rouges est perpendiculaire à celui des axes bleus. Le relief, qui est considérable, est voisin de celui de l'anatase.

» La brookite est beaucoup plus rare que l'anatase, mais elle est répandue dans les mêmes assises.

» Tous ces minéraux portent, plus ou moins, l'empreinte d'actions mécaniques qui les ont cassés ou arrondis; ils sont évidemment clastiques. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Les lichens du mûrier et leur influence sur la sériciculture*. Note de M. G. **Hallauer**.

« Malgré les procédés de sélection indiqués par M. Pasteur et appliqués, depuis plus de quinze ans, pour obtenir des graines de vers à soie exemptes des corpuscules de la pébrine, cette maladie existe toujours; ne proviendrait-elle pas d'une cause inhérente à la feuille des mûriers?

» Après avoir reconnu que ces corpuscules n'étaient autres que les grains de semence, les anthérozoïdes des lichens qui se développent sur l'arbre, nous avons procédé aux expériences suivantes :

» Deux grammes de graines sélectionnées, obtenues en cellules, dont

les mâles et les femelles avaient été soumis à un examen microscopique très minutieux, ont été mises à l'incubation et les vers en provenant ont été nourris de feuilles de mûrier, arrosées avec des infusions dans l'eau, faites à froid et obtenues après cinq jours de macération, au moyen des lichens recueillis sur le *tronc* des mûriers.

» Au premier âge, nous avons constaté une certaine mortalité relativement faible et nous avons évalué à 3000 environ le nombre des corpuscules de la pébrine dans les cadavres de chaque ver.

» Le même traitement a été continué, et, au deuxième âge, la mortalité a été plus sensible. Le comptage microscopique a indiqué 298 000 corpuscules dans un cadavre.

» Au troisième âge, mortalité plus considérable encore et comptage de 268 millions de corpuscules.

» Au quatrième âge, 1194 millions de corpuscules.

» Au cinquième âge, plus grande mortalité encore et plus de 4 milliards de corpuscules dans un ver, prêt à filer, qui est mort de la pébrine.

» Les survivants filent leurs cocons, dont $\frac{4}{5}$ de *chiques* (1) et $\frac{1}{5}$ de qualité ordinaire d'un poids de $0^{kg},640$. Les papillons qui en naissent sont tous corpusculeux, sans aucune exception.

» L'année suivante, nous avons dirigé nos études sur les feuilles du mûrier.

» Dix feuilles cueillies le 20 avril ont été soumises à une macération de dix jours dans 25^{gr} d'eau à la température ordinaire. De très fines boursouflures ont apparu sur le parenchyme, et elles ont fait voir au microscope une quantité prodigieuse de corpuscules.

» En outre, elles avaient l'aspect d'écailles épithéliales de formes variées, irrégulières, se détachant facilement du parenchyme et présentant l'aspect de thèques légèrement concaves, composées de cellules allongées, enchevêtrées ou reliées entre elles par une membrane centrale supportant de nombreux corpuscules.

» Ces thèques peuvent avoir 2 ou 3 centièmes de millimètre, et l'on y compte 6, 8, 12 corpuscules arrivés à maturité, plus 20 ou 30 plus petits, en voie d'accroissement, et enfin une infinité de granulations mucilagineuses ressemblant à des germes ovariens en voie de formation.

» Les thèques sont supportées par un appareil radiculaire, filamenteux,

(1) Cocons flasques, informes, avec chrysalide malade ou morte (Littré).

tout spécial, mycélium composé de cellules allongées, juxtaposées bout à bout, remplies d'un liquide incolore et sans granulations intérieures.

» Leur longueur varie de 6 à 8 centièmes de millimètre et leurs ramifications présentent des cellules terminales, ovalaires, presque sphériques, à diamètre variant de $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ de centième de millimètre, et dans l'intérieur desquelles on distingue des granulations mucilagineuses, comparables par leur *facies* et leur *modus* à celles trouvées sur les thèques du parasite.

» Ces petites cellules sphériques et actives du mycélium s'amoncellent en certains points, se soudent en un réseau serré, émettent de nouvelles cellules et donnent naissance aux thallus du lichen, tandis que, peu à peu, le mycélium qui les porte se résorbe, devient flasque et meurt desséché.

» La propagation de ces thèques corpusculifères sur les feuilles du mûrier provient de l'ensemencement et de la germination des anthérozoïdes du lichen qu'on trouve sur le tronc des arbres.

» Leur analogie constatée au microscope et par l'expérience faite sur une éducation de vers à soie ne laisse plus de doute à ce sujet.

» Des comptages effectués au moyen de liqueurs titrées provenant de la macération de feuilles cueillies à diverses époques du printemps donnent les résultats suivants :

» 1° *Feuilles de 3 jours.* — 9 milliards de granulations embryonnaires et pas de corpuscules adultes, sur 10^{gr} de feuilles. A cet âge, les vers à soie provenant d'une once de graine en ont consommé 14^{kg}.

» 2° *Feuilles de 6 jours.* — 100 millions de corpuscules adultes et 30 milliards environ de granulations embryonnaires sur 10^{gr} de feuilles. A cet âge les vers à soie en ont consommé 139^{kg}.

» 3° *Feuilles de 10 jours.* — 6 milliards de corpuscules adultes et une quantité infinie et indéterminable de granulations embryonnaires sur 10^{gr} de feuilles. A cet âge les vers à soie en ont consommé 527^{kg}.

» Il résulte de là que les vers à soie provenant d'une once de graines (25^{gr}) ont absorbé avec leur nourriture plus d'un quatrillion de corpuscules adultes.

» Les lichens qui croissent sur les feuilles et dont on reconnaît facilement la présence sous forme de taches de rouille visibles dès le mois d'août, n'ont aucune influence sur les mûriers, puisque chaque année ces feuilles tombent à l'automne. Au contraire, les lichens qui se développent sur les branches et sur le rhytidome du tronc ont une influence énorme sur la feuille qui apparaît au printemps. Pour en débarrasser les arbres l'appli-

cation d'enduits au lait de chaux ou de coaltar ne paraît pas appelée à produire de bien sérieux résultats.

» Il serait beaucoup plus avantageux de soumettre les mûriers au régime du taillis simple exploité rez terre, à une révolution de 2 à 3 ans au plus.

» Cette méthode assurerait l'épanouissement des feuilles sur des rejets vigoureux, à feuillage abondant ne produisant pas de fruits et à écorce lisse, sur laquelle aucun lichen n'aurait le temps de s'implanter. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'emploi du sulfure de carbone contre les parasites aériens.* Note de M. **H. Quantin.**

« Le sulfure de carbone n'a guère été employé jusqu'ici qu'à combattre les ennemis souterrains des végétaux cultivés : aussi croyons-nous devoir soumettre à l'Académie un procédé permettant de l'employer contre les parasites aériens.

» Le sulfure de carbone, préalablement dissous dans son propre volume d'une huile *végétale* de la plus basse qualité, s'émulsionne instantanément par l'agitation dans une eau *non calcaire* ([1]) légèrement alcalinisée par du carbonate de soude. On obtient ainsi un lait qui se pulvérise avec la plus grande facilité et dont les propriétés toxiques sont en rapport avec la dose de sulfure de carbone qu'il renferme, et qui peut aller à 60^{gr} ou 80^{gr} par litre. $\frac{2}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$ de carbonate de soude suffisent pour produire l'émulsion. Après quelque temps de repos, celle-ci dépose une partie de son sulfure de carbone qu'une nouvelle agitation remet en suspension; il vaut mieux néanmoins préparer le mélange au moment d'en faire usage.

» L'huile joue un double rôle : elle permet l'émulsion du sulfure de carbone et empêche son évaporation trop rapide.

» Ce procédé est d'ailleurs d'une application assez générale; il est applicable aux substances insecticides solubles dans les huiles végétales, les huiles lourdes, le sulfure de carbone.

» C'est ainsi qu'avec 60^{gr} de sulfure de carbone préalablement saturé de soufre, on peut obtenir une émulsion renfermant environ 20^{gr} de soufre au maximum de division et d'activité chimique; on peut doubler la dose de soufre en remplaçant le sulfure de carbone comme dissolvant par les

---

([1]) Si l'on ne dispose que d'eau calcaire, on se débarrasse préalablement du calcaire par l'action successive de la chaux et du carbonate de soude.

huiles lourdes de houille qui distillent au-dessus de 200°, et préalablement saturées de soufre à la température de 110° à 120°.

» L'emploi du sulfure de carbone peut être combiné avec les traitements anticryptogamiques : ainsi, dans le procédé Masson à l'hydrocarbonate de cuivre, il suffit de forcer légèrement la dose de carbonate de soude pour obtenir une émulsion de sulfure de carbone et d'huile dans la bouillie cuivrique. Si l'on sature préalablement ce sulfure de carbone de soufre, on obtient un mélange agissant à la fois contre le mildew, l'oïdium et les insectes parasites.

» Un des plus habiles viticulteurs de l'Orléanais, M. Pin-Heulin, a bien voulu nous prêter son concours pour essayer contre la Cochylis le pouvoir insecticide de l'émulsion de sulfure de carbone : les résultats de ces essais ont été très satisfaisants; des animaux de taille relativement considérable, des grenouilles notamment, ont été comme foudroyés par une émulsion à 50^{gr} par litre; mais il est probable que des doses beaucoup moins fortes suffiront amplement. C'est aux praticiens qu'il appartient de fixer la limite inférieure d'efficacité de la dose de sulfure de carbone à employer. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen M. Fremy, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Cahours* :

En première ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*	M. Grimaux. M. Moissan.
En deuxième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. Ditte. M. Jungfleisch. M. Le Bel.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 MAI 1891.

Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale réunie à Fribourg du 15 *au* 21 *septembre* 1890; rédigés par le Secrétaire perpétuel A. HIRSCH, suivis des *Rapports sur les travaux géodésiques accomplis dans les différents pays pendant la dernière année.* Verlag von Georg Reimer in Berlin, 1891; in-4°. (Deux exemplaires.)

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin 1889 *à mai* 1890. Note de M. G. RAYET. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1890; br. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. 3e série, tome V, 2e Cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret, 1890; 1 vol. in-8°.

ARTH. PARIS. *Comptabilité automatique.* Michel Salzard, à Greux-Domremy (Vosges); br. in-8°.

La baie du Mont Saint-Michel et ses approches; par le vicomte DE POTICHE. Paris, J. Lechevalier et A. Picard, 1891; gr. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 8e série, tome XXXVIII, n° 3. *Inductions, Inclinatorium neuer Construction und Bestimmung der absoluten Inclination mit demselben in Pawlowsk; von* H. WILD. Saint-Pétersbourg, M. Eggers et Cº et J. Glasonnof, 1891; in-4°.

Untersuchungen über das System der Cometen 1843, I, 1880, I *und* 1882, II. — II. Theil : *Der grosse Septembercomet* 1882, II (*Fortsetzung*); *von* Dr HEINRICHT KREUTZ. Kiel, Druck von C. Schaidt, 1891; br. in-4°.

Veröffentlichung des königl. preussischen geodätischen Institutes. Das Berliner Basisnetz 1885-1887. Berlin, P. Stankiewicz Buchdruckerei, 1891; in-4°.

U. S. Departement of Agriculture. — Fifth Report of the United States entomological Commission, being a revised and enlarged edition of Bulletin n° 7 *on insects injurious to forest and shade trees; by* ALPHEUS S. PACKARD. Washington, Government printing office, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Washington observations, 1886. — Appendix I : *Magnetic observations at the United States naval Observatory* 1888 *and* 1889; *by* Ensign J.-A. HOOGEWERFF. Washington, Government printing office, 1890; in-4°.

Geological Survey of Pennsylvania, Report P. 4, 1889. — *A Dictionary of the fossils of Pennsylvania and neighboring States named in the Reports and Catalogues of the Survey*. Vol. II and vol. III, *n-z*. (Compiled by J.-P. LESLEY.) Chamberlin, 1890; 1 vol. in-8°.

Transactions of the twenty second meeting of the Kansas Academy of Science, 1889, *with the Reports of the secretary;* volume XII, Part I. Topeka, Clifford and Baker, 1890; in-8°.

Der Zucker als Nahrungs-und Heilmittel; von HENRI HIRSCHBERG. Jena, Hermann Costenoble, 1889; in-8°.

Raum und Stoff das Negative und Positive der Natur zur Grandlage einer Ursachen-Wissenschaft dargestelt; von FRITZ WATZLAWIK. Berlin, 1891, Ch. Claesen et Cie; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MAI 1891.

Comité international des poids et mesures. — Procès-verbaux des séances de 1890. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; in-8°. (Deux exemplaires.)

Leçons de Physique générale; par JAMES CHAPUIS et ALPHONSE BERGET. Tome I (*Instruments de mesure. — Chaleur. — Capillarité*). Tome II (*Électricité et Magnétisme*). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Association française pour l'avancement des Sciences. — Compte rendu de la 19e *session*. Limoges, 1890. Seconde Partie: *Notes et Mémoires*. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Études sur les mammifères fossiles de Sansan; par M. H. FILHOL (*Ann. Sc. géol.*, XXI, 20. — Art. n° 1); in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Tome V, 5e année, 1889. Montpellier, Camille Coulet, 1890; gr. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère; par M. AIMÉ GIRARD. 2e édition, revue et augmentée. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; gr. in-8°. (Présenté par M. Schlœsing.)

Recherches expérimentales sur le Philothion, principe immédiat répandu dans les deux règnes vivants. Son rôle physiologique probable dans l'absorption de l'oxygène par la cellule vivante; par J. DE REY PAILHADE. Paris, G. Masson, Toulouse, Me Gimet-Pisseau, 1891; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Reconstitution des vignobles avec les cépages américains; enquêtes faites en 1890 *et* 1891 *par la Section de viticulture de la Société des Agriculteurs de France*.

— *Porte-greffes.* — *Producteurs directs.* — *Affinités des vignes françaises sur porte-greffes (étude spéciale pour chaque région)*; *par* le vicomte DE SAINT-POL. Paris, au siège de la Société, 1891; br. gr. in-8°.

Traité de Médecine légale militaire; par le Dr EM. DUPONCHEL. Paris, Octave Doin, 1890; 1 vol. in-18. (Présenté par M. le baron Larrey. — Envoyé au concours du prix Chaussier.)

Traité descriptif des maladies de la peau, symptomatologie et anatomie pathologique; par MM. HENRI LELOIR et ÉMILE VIDAL (3me livraison). Paris, G. Masson, 1891; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

Dispensaire Furtado-Heine. — *Statistique médicale;* 1890. Paris, Chaix, 1891; br. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Morfologia del corpo umano; studi del dott. ACHILLE DE GIOVANNI. Milano, Ulrico Hœpli, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

La Flora de Costa Rica; por el Dr H. POLAKOWSKI. Traducido del aleman por MANUEL CARAZO PERALTA y anotado por H. PITTER. San José de Costa Rica, Tip. nacional, 1891; br. in-8°.

Materialien zur Mineralogie Russlands; von NIKOLAI V. KOKSCHAROW. Saint-Petersburg, 1891; br. in-8°.

The astronomical Observatory of Harvard College, EDWARD C. PICKERING, Director. — *Variable stars of long period.* Cambridge, John Wilson and son, 1891; br. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 MAI 1891.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles; publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem, et rédigées par J. BOSSCHA. Tome XXV, 1re livraison. Harlem, les héritiers Loosjes, 1891; br. in-8°.

Annuaire géologique universel. — *Revue de Géologie et de Paléontologie,* dirigée par le Dr L. CAREZ et H. DOUVILLÉ. Année 1889; tome VI. Paris, Comptoir géologique de Paris, 1890; gr. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Bulletin de la Société géologique de France. Troisième série, tome dix-septième, feuilles 54-58 (du 18 au 25 août 1889). Réunion extraordinaire à Paris et Table des matières. Paris, 1888 à 1889; br. in-8°.

Géologie et Paléontologie du bassin houiller du Gard; par M. C. GRAND'EURY. Saint-Étienne, Théolier et Cie, 1890; 1 vol in-4° et un atlas. (Présenté par M. Gaudry.)

Description de la faune jurassique du Portugal. — *Embranchement des Échi-*

nodermes; par P. DE LORIOL. Deuxième fascicule et dernier. Lisbonne, imprimerie de l'Académie royale des Sciences, 1890; in-4°.

Mission scientifique du Cap Horn, 1882-1883. Tome VI. *Zoologie. — Oiseaux; par* E. OUSTALET. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Traité d'Anatomie comparée pratique; par CARL VOGT et ÉMILE YUNG. 18e livraison. Paris, C. Reinwald; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon. Tome neuvième, 1890. Lyon, H. Georg; Paris, G. Masson, 1891; br. in-8°.

Mémoires de la Société philomathique de Verdun (*Meuse*). Tome XII. Verdun, Ch. Laurent, 1891; 1 vol. in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. 1er et 2e fasc., 1890. Paris, G. Masson; Bordeaux, Feret et fils, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens. Tome vingt-neuvième, n° 1. Janvier 1891. Amiens, T. Jeunet, 1891; br. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 avril 1891.)

Note de M. *André Markoff*, Sur une classe de nombres complexes :

Page 781, ligne 9, *au lieu de* $p = 3k + 1 = \alpha\beta\gamma \ldots$, *lisez* $p = 3k + 1 = \alpha\beta\gamma$, si A est un résidu cubique de p.

Dans ce cas, α, β, γ sont les facteurs communs de p et de $x_1 - \sqrt[3]{A}$, de p et de $x_2 - \sqrt[3]{A}$, de p et de $x_3 - \sqrt[3]{A}$, x_1, x_2, x_3 étant des nombres entiers ordinaires non congruents par rapport à p et satisfaisant aux conditions que

$$\frac{x_1^3 - A}{p}, \quad \frac{x_2^3 - A}{p}, \quad \frac{x_3^3 - A}{p}$$

sont les nombres entiers, tandis que

$$\frac{x_1^3 - A}{p^2}, \quad \frac{x_2^3 - A}{p^2}, \quad \frac{x_3^3 - A}{p^2}$$

ne sont pas entiers.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUIN 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les courants de déversement qui donnent naissance aux cyclones;* par M. **H. Faye**.

« Dans ces derniers temps, un météorologiste éminent, M. le Dr Hann, a soutenu que les cyclones et les anticyclones ne sont pas dus à certaines conditions locales de température et de pression, mais qu'on devait en chercher l'origine dans les mouvements généraux de l'atmosphère dus à l'opposition du froid des pôles et de la chaleur équatoriale.

» M. Ferrel, un non moins éminent météorologiste américain, a répondu dans le journal anglais *Nature*, du 19 mars, par un article très élaboré où il a critiqué à son tour les vues du Dr Hann. Comme j'ignore quelles sont au juste les opinions du savant autrichien, je n'interviendrai dans ce débat que sur un seul point. Moi aussi, je crois que les cyclones, mais non les anticyclones, sont un phénomène dynamique où les circonstances locales

de température n'ont rien à voir, et j'ai quelque intérêt à montrer que, malgré les assertions contraires de M. Ferrel, ils dépendent des mouvements généraux de l'atmosphère. C'est à ce titre seulement que je me permets de soutenir une opinion très ancienne déjà, car je l'ai publiée il y a dix-sept ans dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875.

» J'ai d'abord été assez frappé d'une sorte de confusion qui règne dans les idées des météorologistes. Ils ne s'entendent pas sur les mots les plus importants. L'anticyclone étudié par M. Hann n'est, pour M. Ferrel, qu'une aire de haute pression, mais non un anticyclone. Le cyclone de M. Hann ne serait qu'une vaste aire de basse pression, mais non une tempête, c'est-à-dire un cyclone. Enfin les mouvements généraux de l'atmosphère, auxquels M. Hann rattache désormais ces deux ordres de phénomènes, seraient aussi peu capables, d'après M. Ferrel, de les engendrer, que l'attraction du Soleil qui détermine la figure elliptique de l'orbite d'une planète le serait d'y produire des perturbations.

» Car, dit à peu près M. Ferrel, le mouvement des couches élevées de l'atmosphère est dirigé à l'est, et c'est à peine si les cirrus de ces régions (quand ils ne sont pas troublés par quelque chose d'insolite) manifestent une imperceptible tendance vers le pôle. Leur vitesse horizontale se réduit à deux ou trois milles par heure, et celle de leur chute à quelques pouces par minute. Comment ces faibles mouvements engendreraient-ils les cyclones qui passent des grands lacs à l'Atlantique et souvent jusque sur l'Europe? Bien plus, si l'on considère les basses latitudes, on y voit les cyclones débuter à quelques degrés de l'équateur, là où il n'y a même pas de gradients vers le pôle. Ces cyclones marchent à l'ouest; ils arrivent aux îles sous le Vent, puis à Cuba, détruisant tout sur leur passage, atteignent la Floride, longent les côtes orientales des États-Unis et finissent par couvrir de leurs girations redoutables une bonne partie de l'Atlantique nord. Tout cela serait-il dû aux légers mouvements qui constituent la circulation générale de l'atmosphère sans qu'on puisse y soupçonner la source de l'énergie effrayante qui se développe sur ce long parcours (1)?

» Mais on ne peut croire que M. Hann, en attribuant d'une manière générale ces cyclones, c'est-à-dire les tempêtes, à la circulation ordinaire de l'atmosphère et à la différence des températures entre l'équateur et les pôles, ait voulu dire que la circulation ordinaire suffit; car alors il s'en formerait partout et continuellement. Il y faut quelque chose de plus, qui ne se produise ni partout, ni à chaque instant. Or c'est un fait constant, observé surtout sous les basses latitudes, que tout cyclone est précédé par l'apparition de nombreux cirrus plusieurs jours à l'avance. Tant que les

(1) Ferrel, dans *Nature* du 19 mars 1891, p. 470.

cirrus ne viennent pas il n'y a pas de cyclones. Il faut donc croire que ces cirrus jouent un rôle décisif; ils modifient par leur affluence l'allure ordinaire des courants des hautes régions; ils en accélèrent tout au moins la chute verticale en alourdissant l'air qui les charrie par l'appel et la condensation de l'humidité inférieure autour de leurs facettes.

» Tout le monde sait que l'air surchauffé qui s'élève dans les régions équatoriales se déverse ensuite vers les pôles. A cause de l'inégale répartition des continents et des mers, ce n'est pas en nappes continues que s'opère ce double déversement, mais en formant çà et là de vastes courants, des fleuves aériens comme ceux de l'Océan. Si la Terre était immobile, chaque courant marcherait vers le pôle par la ligne la plus courte; mais la rotation de notre globe leur imprime une courbure, d'abord très faible, ensuite plus caractérisée vers l'est.

» Une considération particulière vient compliquer ce mouvement. Les masses d'air et de cirrus que la chaleur solaire fait monter dans les couches supérieures, bien au-dessus de leur niveau ordinaire, y arrivent avec une vitesse moindre. Elles doivent donc rester un peu en arrière sur la rotation des parallèles qu'elles traversent près de l'équateur, et leur mouvement sera pour nous dirigé vers l'ouest. Ce sont ces deux mouvements, l'un vers l'ouest, l'autre résultant de la combinaison précédente, qui déterminent la trajectoire de ces courants.

» Le fleuve aérien, parti de l'équateur, marche donc d'abord à l'ouest avec une faible tendance vers le pôle.

» Lorsque le mouvement vers l'ouest, qui est à peu près constant, aura été annihilé par la tendance contraire qui va en croissant continuellement, le fleuve aérien marchera un moment vers le pôle.

» Enfin, au delà, le mouvement vers l'est resté seul donnera à la trajectoire une courbure de plus en plus prononcée entre le pôle et l'est.

» De là cette forme grossièrement parabolique qu'affectent les grands courants de déversement sur l'un et l'autre hémisphère, et les différences considérables de vitesse que ces mêmes courants présenteront d'un bord à l'autre, sur tout leur parcours, précisément à cause de leur courbure. Par conséquent des tourbillons à axe vertical pourront s'y former dans le sens de la rotation du globe, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'ancienne hypothèse de vents se rencontrant sous un certain angle. Dans ces tourbillons, tout semblables à ceux qui se forment dans les cours d'eau, les spires, d'abord très larges, iront en se rétrécissant par en bas, et leurs girations progressivement accélérées, en vertu d'une loi bien connue de

Mécanique, amènent au contact du sol et y concentrent, sous une aire bien plus étroite que celle de leur embouchure, les énergies continuellement renouvelées du fleuve aérien, jusqu'à ce que son élargissement croissant aboutisse à la décomposition du cyclone.

» Ainsi les trajectoires que ces tourbillons dessinent sur le globe par leurs ravages ne sont autres que la projection des courants générateurs, c'est-à-dire une sorte de parabole tangente à l'équateur, ayant son sommet à l'ouest, et tournant à l'est sa concavité de plus en plus prononcée vers le sommet. Mais, pour que ces phénomènes se produisent sur une grande échelle, il faut que des masses de cirrus interviennent en se détachant des régions équatoriales. Quant à l'énergie de ces tourbillons, elle est empruntée à la rotation du globe; quant à leur vitesse de translation, elle va sans cesse en augmentant, jusqu'à une certaine limite assez difficile à assigner.

» Si, maintenant, nous considérons les tourbillons eux-mêmes, nous voyons que l'air envoyé en bas sera en petite quantité, mais animé d'une vitesse de rotation énorme. La résistance de la mer ou du sol annihilera immédiatement cette vitesse, et la masse d'air, dès lors inerte, qui s'intercalera dans les spires, n'aura d'autre effet que de faire souffler la tempête par rafales, variant sans cesse de force et même quelque peu de direction. La force centrifuge fera naître au milieu de ces spires un vide incessamment rempli par l'air venant d'en haut, dégagé de cirrus, qui produira le phénomène du calme, et qui maintiendra l'éclaircie par laquelle le ciel bleu sera perçu. Là l'air descendant, précisément parce qu'il sera privé de cirrus, aura une température plus élevée et une sécheresse extrême.

» L'interposition des girations déterminera une diminution de pression vers le centre de la tempête. Mais il faut distinguer soigneusement entre les isobares extérieurs et les isobares intérieurs à partir desquels la tempête se fait sentir. La règle de Piddington ne s'applique qu'à ces derniers. Pour les autres, des brises irrégulières soufflent, ou même règne un calme complet. Cette distinction n'a pas lieu pour les aires de basse pression, qu'on confond trop souvent avec les tempêtes, quand on ne considère que les isobares.

» Un des phénomènes les plus frappants des vrais cyclones, ce sont les averses incessantes qui les accompagnent. Elles sont dues aux cirrus qui sont entraînés dans les couches plus basses de l'atmosphère. Ces couches sont elles-mêmes chargées d'humidité dont les cirrus déterminent la condensation. Ces cirrus se renouvellent sans cesse; de même l'humidité

inférieure se renouvelle par le fait de la translation rapide du tourbillon; mais cette condensation incessante ne joue presque aucun rôle dans le mécanisme de l'appareil auquel est due la tempête.

» C'est ainsi qu'on peut se rendre compte des deux sortes de cyclones de l'Amérique du Nord dont parle M. Ferrel. Les uns viennent probablement du Pacifique, passent par-dessus les grands lacs et poussent leur immense trajectoire jusque dans les contrées septentrionales de l'Europe. Les autres viennent de l'Atlantique et débutent non loin de l'équateur, atteignent les Antilles et longent les côtes orientales des États-Unis. Aucun autre pays n'est aussi favorisé pour l'apparition de ces cyclones et de leurs terribles épiphénomènes, qui font des États-Unis la contrée la mieux arrosée du globe et, par malheur, la plus ravagée par les tornados. L'Afrique, au contraire, qui coupe l'équateur sur un long trajet, ne donne pas au bourrelet équatorial des cirrus aussi abondants, et comme, au nord, ses vastes territoires ne sont pas surmontés d'une atmosphère aussi humide, les cyclones qui y naissent ne peuvent s'y développer aussi complètement et ne donnent guère naissance qu'à des tourbillons d'une température et d'une sécheresse excessives. Ainsi s'explique, en partie du moins, la variété qu'on observe dans les régions cycloniques des divers pays.

» A mon avis, pour avoir une idée nette de ces grands phénomènes, il faut arriver à en tracer l'épure géométrique. J'ai donné, dans les *Comptes rendus* du 9 juin 1890, le plan et la coupe verticale d'un cyclone pareil à ceux que M. de Bezold et M. Sprung qualifient de cyclones à forme circulaire et à angle de déviation de 90°, et j'ai essayé, dans l'*American meteorological Journal* d'octobre et de novembre 1890, de représenter un cyclone complet avec les tourbillons accessoires qui en dérivent en haut, sur le côté droit, pour donner naissance aux orages, grêles et averses, et plus bas aux trombes et aux tornados, marchant tous, malgré leur énorme distance du centre de la tempête, parallèlement à la trajectoire du centre. Si jamais l'Analyse mathématique vient à s'appliquer à ces phénomènes grandioses, ce sera à la condition de délimiter ainsi le problème et d'être bien édifié sur la nature de ces figures géométriques et des mouvements qui s'y opèrent.

» Dans la théorie contraire où les cyclones sont dus à un échauffement local des couches inférieures, favorisé par un certain degré d'instabilité des couches supérieures, le mouvement de l'air est ascendant et accompagné de girations insignifiantes. Il est notoirement impossible, dans cet ordre d'idées, de rendre compte des grands mouvements que nous venons de décrire. Mais, comme ce phénomène est accompagné aussi d'une dé-

pression barométrique et d'isobares qui ont assez souvent la disposition d'une tempête, on confond ces deux effets sous le même nom de cyclone. De là des cyclones fixes, lorsque ce phénomène ne se déplace pas, des cyclones polaires, des cyclones d'été, des cyclones d'hiver, etc., etc. Dans ces prétendus cyclones les vents sont dirigés obliquement et non parallèlement aux isobares, et quand on les confond avec les tempêtes, on arrive à cette idée que partout les isobares sont obliques au vent; on cherche à déterminer cet angle par des moyennes en tenant compte de la résistance du sol, etc.

» Il a fallu que des météorologistes mieux instruits et plus décidés à tenir compte des faits, comme M. de Bezold, aient distingué dans ces derniers temps entre les cyclones où cet angle est de 90°, c'est-à-dire les vraies tempêtes, et les autres où cet angle varie entre des limites très étendues. Ceux-là finiront par reconnaître que les premiers seuls suivent des lois fixes dans leurs vastes mouvements de translation, et qu'ils diffèrent essentiellement des prétendus cyclones que d'autres veulent encore leur assimiler. »

ZOOLOGIE. — *Note sur la présence du* Kophobelemnon *dans les eaux de Banyuls;* par M. **H. de Lacaze-Duthiers.**

« Lorsque, le 20 avril dernier, je faisais connaître à l'Académie les résultats de l'excursion que j'avais faite au laboratoire Arago, pendant les vacances de Pâques, avec les élèves des Hautes Études, j'avais cité les noms de quelques-uns des animaux rares pêchés par les élèves eux-mêmes. Depuis lors, j'ai dû revenir à Banyuls pour hâter et surveiller la construction du vivier d'expériences qu'on y construit à côté du laboratoire, et, pendant ce nouveau voyage, j'ai pu constater, une fois de plus, combien les fonds qui nous entourent présentent une faune intéressante et riche. La drague a, en effet, rapporté un Alcyonaire fort rare, qui a bien été signalé une fois, dans la Méditerranée, par MM. les professeurs Leuckart et A. von Kölliker, mais qui n'avait pas été pêché, je le crois du moins, sur nos côtes de Toulon à Cerbère. C'est le *Kophobelemnon*.

» On sait que, dans les Alcyonaires, un groupe remarquable de genres offre une disposition particulière. Chez eux, la portion inférieure du corps, formé par l'ensemble des animaux réunis pour constituer ce que j'ai nommé un *zoanthodème*, ne se fixe jamais et est dépourvue de zoïtes.

Cette partie, très vasculaire, peut devenir turgide et, à la suite de contractions et de dilatations, s'enfoncer dans le sable ou la vase du fond de la mer. Elle sert ainsi à tenir rigide et dressée cette population d'animaux-fleurs ([1]).

» Les Pennatules, les Virgulaires, les Ombellulaires, les Vérétilles, pour ne citer que les plus connus, présentent cette particularité ; aussi, dans le laboratoire Arago, voit-on des Pennatules et des Vérétilles, plantées dans le sable du fond des bacs, se dresser admirablement épanouies.

» C'est par le mode de distribution des animaux ou zoïtes sur le zoanthodème que l'on distingue les genres. La grandeur, la forme générale, fournissent aussi des caractères.

» C'est à ce groupe des Alcyonaires libres qu'appartient l'animal qu'on voit vivant aujourd'hui au laboratoire Arago. Asbjörnsen créa pour lui le genre *Kophobelemnon*.

» Il ressemble quelque peu à une massue ayant de $0^m,10$ à $0^m,20$ de long, dont la partie renflée supérieure porte seule des polypes qui, distribués à peu près sans ordre, sont cependant séparés sur l'un des côtés par une zone dépourvue de zoïtes.

» Les polypes du *Kophobelemnon* sont de grande taille si on les compare à ceux des autres genres : Gorgone, Corail, Alcyons, Pennatules, Virgulaires, etc. Ils sont moins allongés que ceux de la Vérétille et moins grands surtout que ceux de l'Ombellulaire.

» Il ne peut être question, en ce moment, d'énumérer tous les caractères spécifiques présentés par le *Kophobelemnon* de Banyuls. La taille, la forme générale, la couleur brunâtre, la zone sans polypes et la physionomie générale du zoanthodème ne permettent pas le moindre doute sur la famille à laquelle appartient cet Alcyonaire.

» Toutefois, il faut remarquer que, relativement au genre même, M. le professeur A. von Kölliker l'a subdivisé en deux, d'après des caractères anatomiques : les *Kophobelemnon* proprement dit et les *Sclerobelemnon*.

» L'exemplaire unique, vivant depuis un mois dans l'aquarium de Banyuls et dont je mets sous les yeux de l'Académie des photographies faites sur le vivant par M. Prouho, préparateur du laboratoire Arago, n'a pas été exactement déterminé, on en comprend la raison. On le ferait périr en cherchant les caractères anatomiques. Il est soumis à l'observa-

---

([1]) Le mot *zoanthodème* signifie : population d'animaux-fleurs; il est formé des mots grecs ζῶον, animal; ἄνθος, fleur; δῆμος, peuple.

tion et, dès qu'il paraîtra devoir mourir, on le conservera dans l'alcool; alors on pourra rechercher les caractères indiqués par le professeur A. von Kölliker. Désirant conserver cet échantillon unique vivant le plus longtemps possible, je me suis abstenu de faire les recherches nécessaires à la détermination.

» Il a été pêché par 60 mètres de fond, à l'est-nord-est du cap Béarn, dans une contrée riche en Hydraires et Alcyonaires, où l'on trouve des Virgulaires, des Pennatules, des Vérétilles; c'est là aussi qu'on trouve des Plumulaires et autres Hydraires, sur lesquels vivent les *Neomenia* de plusieurs genres et espèces.

» Dans les produits des dragages de la mer du Nord, M. Danielssen a trouvé deux espèces de ce genre, qu'il a nommées : l'une *Kophobelemnon abyssorum*, l'autre *K. Möbii.*

» Dans son Ouvrage sur les Pennatulides du Challenger, M. le professeur A. von Kölliker énumère les espèces suivantes : *Kophobelemnon stelliferum, K. Leuckartii, K. Burgeri, Sclerobelemnon Schmeltzii.*

» Le *K. stelliferum* est de la mer du Nord. Le *K. Burgeri* est du Japon. Le *K. Leuckartii* a été trouvé et pêché à Nice. Enfin, le *Sclerobelemnon Schmeltzii* a été trouvé à Formose.

» A laquelle de ces espèces faut-il rapporter le Kophobélemnon du cap Béarn?

» On comprend combien il est difficile d'établir des comparaisons entre des animaux aussi rares et n'étant quelquefois représentés que par un seul échantillon, surtout en respectant, comme je l'ai fait, l'individu vivant.

» Dans les nombreux produits des dragages que j'ai pu recueillir en Corse, en Afrique, aux îles Baléares, à Cette, je n'ai jamais rencontré le Kophobélemnon. A Banyuls même, ce n'est qu'après huit années que mon patron J. Bonafos, qui recherche avec beaucoup d'attention les choses nouvelles, a pu trouver l'individu unique vivant aujourd'hui; cet Alcyonaire est donc rare. Bien des dragages ont été faits dans la Méditerranée, qui ne l'ont pas signalé.

» Jusqu'à plus ample information, on peut supposer, faisant toute réserve, que le Kophobélemnon actuellement au laboratoire Arago est celui que M. Leuckart a trouvé à Nice, et dont M. Kölliker a fait l'espèce *Leuckartii*.

» Maintenant que l'attention est appelée sur son existence dans nos eaux, on le rencontrera peut-être plus fréquemment, on le recherchera sûrement avec plus de soins. Il est curieux et fort intéressant de retrouver

dans la Méditerranée une forme de Coralliaire qu'on a décrite dans les mers de Norvège, de la Chine et du Japon.

» Ces raisons m'ont conduit à faire cette courte Communication à l'Académie. Je tenais d'ailleurs aussi à montrer, par cet exemple nouveau, que mes prévisions relatives à la richesse des côtes du Roussillon se réalisent tous les jours de plus en plus.

» Il faut aussi remarquer que le laboratoire est encore loin d'être outillé pour les dragages aussi complètement que l'on pourrait le désirer. Ce n'est qu'avec lenteur qu'il est possible d'explorer les fonds du golfe du Lion, n'ayant qu'un bateau à voile et des engins un peu primitifs. D'après les résultats déjà obtenus, tout doit faire espérer que, lorsque le laboratoire Arago aura une embarcation à vapeur et des appareils de pêche mieux organisés, il n'aura qu'à moissonner dans les fonds si riches et si près de lui.

» Lorsque l'on a sous la main des *Neomenia,* des *Epizoanthus,* des *Palythoæ,* des *Ampheliæ,* du *Corail,* des *Kophobelemnon,* des *Brachiopodes,* des Diadèmes ou *Dorocidaris,* et tant d'autres espèces devenues, pour ainsi dire, vulgaires, depuis qu'elles sont acclimatées dans l'aquarium de Banyuls, on peut affirmer que la faune du Roussillon est d'une très grande richesse, et qu'elle promet à ceux qui voudront l'étudier d'une façon suivie d'heureuses découvertes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Le Mastodonte du Chérichira.* Note de M. **Albert Gaudry.**

« Depuis quelques années, des travaux importants de Paléontologie ont été faits en Tunisie. MM. Philippe Thomas et Le Mesle, membres de la Mission scientifique de Tunisie, y ont trouvé de nombreux fossiles; MM. Péron, Gauthier, Locard les ont décrits dans de beaux Mémoires. Mais, jusqu'à présent, on n'a signalé que des Invertébrés.

» J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur la découverte d'un grand quadrupède, le Mastodonte du Chérichira. M. Le Mesle a bien voulu me conduire dans le gisement d'où ce fossile a été extrait. De Tunis à Kairouan et de Kairouan au Chérichira, la route est longue et monotone. Mais, lorsqu'on arrive dans cette localité, le paysage change; on trouve une rivière aux eaux pures et la végétation apparaît. Les anciens avaient amené ces eaux à Kairouan; leurs ouvrages ont été détruits. Nos

ingénieurs ont entrepris de les réparer, et, en faisant des excavations, ils ont mis à jour des pièces de Mastodontes, notamment la belle mâchoire dont je présente la photographie à l'Académie. Elle appartient au *Mastodon angustidens* du miocène moyen de Sansan.

» La détermination précise des espèces de Mastodontes n'est pas sans difficulté; j'ai cru qu'il pouvait être utile, pour les géologues, de réunir dans une même planche quelques dents des principales espèces, en choisissant les pièces les mieux caractérisées. Après avoir tâché de préciser les particularités des formes les plus divergentes, j'ai montré que des transitions insensibles les relient les unes aux autres; leurs mutations sont en proportion de leur extrême complication.

» Ces remarques font l'objet d'un Mémoire qui va paraître dans le nouveau recueil paléontologique de la Société géologique de France. »

M. **Mascart**, en présentant à l'Académie le tome I des « Annales du Bureau central météorologique pour l'année 1889 », ajoute :

« Je signalerai en particulier, dans ce volume, un Résumé, par M. Moureaux, des observations météorologiques faites pendant plus de vingt ans, à Brécourt (Manche), par notre regretté confrère M. H. Mangon, et une comparaison, par M. Angot, des observations du sommet de la tour Eiffel avec celles qui sont faites dans le voisinage du sol. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Cahours*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 61,

M. Moissan obtient	35 suffrages.
M. Grimaux.	26 »

M. **Moissan**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Nouveau système de balance de précision à pesées rapides.* Note de M. **Victor Serrin**, présentée par M. Janssen (¹).

(Commissaires : MM. Janssen, Cornu, Schützenberger, H. Becquerel.)

« Pour effectuer une pesée au moyen de la balance de précision, on se sert de tout petits poids formés de feuilles en métal allant jusqu'au milligramme ; au delà, on fait usage de poids en fil également métallique, dits *cavaliers*.

» Une pesée peut se diviser en deux phases : l'ébauche, le complément. La première est rapide et rudimentaire, la seconde est lente et méticuleuse. La nouvelle balance a pour but, non seulement d'effectuer des pesées rapides, mais encore de supprimer tous les poids divisionnaires à partir du décigramme.

» A cet effet, un des bras du fléau reçoit l'une des extrémités d'une toute petite chaîne dont l'autre est fixée après un curseur glissant sur une colonne verticale graduée en 100 parties de 2^{mm} représentant chacune 1^{mgr}, qu'un vernier permet encore de diviser en dixièmes et au delà au besoin. La chaîne se manœuvre facilement de l'extérieur de la cage à l'aide d'un bouton *ad hoc*, de telle façon que, lorsqu'une pesée a été ébauchée, à 1^{mgr} près, il n'est plus nécessaire d'ouvrir la cage pour la compléter.

» Pour connaître la valeur de cette pesée, il suffira d'ajouter, aux poids déposés dans l'un des plateaux, le nombre de dixièmes de milligramme indiqué sur la colonne par le curseur.

» En résumé, on voit que, par ce nouveau système, les manipulations si longues et si délicates des poids divisionnaires et du cavalier sont supprimées et remplacées par une opération simple et rapide, permettant d'abréger considérablement le temps qu'exige d'ordinaire la pesée de précision. Enfin, un dernier avantage que nous ferons remarquer encore, c'est la propriété que possède la chaîne d'amortir notablement les oscillations perpétuelles du fléau. »

(¹) Note complémentaire sur la balance à chaîne de M. V. Serrin, présentée à la séance dernière par M. Janssen (voir p. 1248).

M. **Devaux** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur un « Siphon à réservoir pneumatique ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Marcel Deprez.)

M. A. **Pernot** adresse la description et les plans d'un « Nouveau moteur à gaz ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Marcel Deprez.)

M. **Baudran** adresse, par l'entremise de dom Pedro d'Alcantara, un Mémoire sur la photographie des couleurs.

(Commissaires : MM. Fizeau, dom Pedro d'Alcantara, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Éclipse partielle de Soleil, du 6 juin, observée à Nice.* Note de M. **Perrotin**.

« L'éclipse a été observée par MM. Charlois, Javelle, Colomas et Perrotin

Premier contact.	Second contact.	Grossissement.	Observateurs.
$5^h 54^m 31^s$	$6^h 53^m 30^s$	140	Charlois.
5.54.30	6.53.13	50	Javelle.
»	6.53.14	40	Colomas.
5.54.26	6.53.26	280	Perrotin.

» Les heures sont exprimées en temps moyen de l'Observatoire.

» M. Charlois a fait usage de l'équatorial de $0^m,38$ d'ouverture, M. Perrotin de celui de $0^m,76$. Les objectifs avaient été diaphragmés de manière à réduire l'ouverture de chacun d'eux à $0^m,07$.

» MM. Javelle et Colomas se sont servis respectivement de lunettes de $0^m,16$ et $0^m,10$ d'ouverture. Le dernier a observé par projection.

» Après l'instant de la sortie, M. Perrotin a continué à voir, pendant sept ou huit secondes et sur une très petite étendue voisine du point de contact, le bord de la Lune se projetant sur le fond du ciel. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète, découverte à l'Observatoire de Nice, le* 16 *mai* 1891. Note de M. **Charlois**.

Dates 1891.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Mai 16....	14. 0.41	16.22.37,65	$\bar{1}$,169	110°.27′.40″,7	0,894$_n$
25....	9.37.11	16.14.49,58	$\bar{1}$,429$_n$	109.56.30,2	0,874$_n$

» La planète est de grandeur 13,0. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks*, 1890 II, *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux*. Note de MM. **G. Rayet** et **L. Picart**.

Comète Brooks (1890, II).

Dates 1891.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s					
Février 3....	11.46.14,1	11.54.53,06	—$\bar{1}$,583	55°.26′. 5″,4	—0,446	1	P.
5....	10.15.38,3	11.50. 7,47	—$\bar{1}$,677	55.10. 7,5	—0,573	2	R.
7....	10.10.22,8	11.45.41,36	—$\bar{1}$,673	54.55. 9,4	—0,561	3	R.
9....	10.23.37,1	11.40.50,35	—$\bar{1}$,650	54.40.52,1	—0,513	4	R.
10....	10. 9.33,0	11.38.25,03	—$\bar{1}$,655	54.34.10,6	—0,525	5	P.
11....	10.20.48,1	11.35.57,36	—$\bar{1}$,640	54.27.46,0	—0,490	6	R.
13....	10.11. 4,7	11.30.59,27	—$\bar{1}$,633	54.16.48,6	—0,477	7	P.
14....	10.36.52,8	11.28.27,68	—$\bar{1}$,589	54.10.49,4	—0,415	8	R.
15....	10.16.38,5	11.25.59,11	—$\bar{1}$,609	54. 5.46,3	—0,443	9	R.
16....	9.56.35,2	11.23.30,07	—$\bar{1}$,631	54. 1. 1,2	—0,466	10	R.
17....	10. 3.48,5	11.21. 7,84	—$\bar{1}$,613	53.56.36,8	—0,439	11	P
26....	8.13.12,7	10.58.30,74	—$\bar{1}$,677	53.34.38,8	—0,537	12	R.
27....	7.50.52,8	10.56. 4,16	—$\bar{1}$,688	53.33.56,5	—0,541	13	P.
28....	8.34.52,8	10.53.32,65	—$\bar{1}$,639	53.33.37,9	—0,480	14	R.
Mars 1....	8.43.36,8	10.51. 5,12	—$\bar{1}$,619	53.33.44,4	—0,437	15	R.
3....	10.19.12,4	10.46. 6,47	—$\bar{1}$,349	53.34.50,1	—0,221	16	P.
4....	9.15.14,6	10.43.50,35	—$\bar{1}$,539	53.35.50,8	—0,333	17	R.
5....	8.53.41,4	10.41.31,34	—$\bar{1}$,564	53.37.23,4	—0,359	18	R.
6....	8.59.22,4	10.39.10,85	—$\bar{1}$,536	53.39.21,1	—0,335	19	P.
11....	9.35.15,7	10.27.54,91	+$\bar{1}$,325	53.53.24,1	—0,215	20	R.
Avril 12....	10.37.19,7	9.38. 3,16	+$\bar{1}$,466	57.24.56,5	—0,397	21	R.
28....	9.31.23,6	9.26.48,23	+$\bar{1}$,474	59.38.29,7	—0,539	22	P.
29....	10.22.54,4	9.26.19,39	+$\bar{1}$,586	59.47. 2,5	—0,539	23	R.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1891,0.

Étoiles de comp.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1....	½ (Weisse₂. H. XI, nos 1021 et 1022. — Leyde Zone 173)	11.54.11,22	+0,65	55.25.57,3	+8,65
2....	½ (Weisse₂. H. XI, nos 1025-26-27. — Leyde Zone 179)	11.54.21,64	+0,66	55.21.36,7	+8,64
3....	Weisse₂. H. XI, nos 930-931	11.49.53,43	+0,75	54.52.19,0	+8,45
4....	Weisse₂. H. XI, nos 839-840	11.44.31,71	+0,83	54.36.14,2	+7,92
5....	Weisse₂. H. XI, no 806	11.43. 5,88	+0,86	54.33.45,2	+7,98
6....	Weisse₂. H. XI, nos 827-828	11.44. 2,37	+0,88	54.27.47,5	+7,96
7....	Argelander + 35° no 2265 rapportée à Bonn, t. VI, 2263	11.29.43,13	+0,97	54.31.48,7	+7,05
8....	Weisse₂. H. XI, no 374	11.22. 2,63	+1,02	54. 1.47,4	+6,65
9....	Weisse₂ H. XI, no 374	11.22. 2,63	+1,04	54. 1,47,4	+6,56
10....	Weisse₂. H. XI, no 374	11.22. 2,63	+1,06	54. 1.47,4	+6,49
11....	Lalande, no 21641	11.16.22,31	+1,09	54. 4. 1,9	+6,16
12....	Weisse₂. H. X, nos 1064 et 1065	10.55.12,03	+1,25	53.20.55,1	+3,80
13....	½ (Weisse₂. H. X, nos 1032-33 + Yarnall₃, no 4685)	10.53.27,62	+1,27	53.19.16,2	+3,55
14....	Weisse₂. H. X, nos 1064-1065	10.55.12,03	+1,28	53.20.55,1	+3,30
15....	½ (Weisse₂. H. X, nos 1032-33 + Yarnall₃, no 4685)	10.53.27,62	+1,28	53.19.16,2	+3,29
16....	Weisse₂. H. X, nos 866-867	10.45. 0,29	+1,29	53.34.56,9	+2,56
17....	Weisse₂. H. X, nos 866-867	10.45. 0,29	+1,29	53.34.56,9	+2,36
18....	½ (Weisse₂. H. X, no 830 + Yarnall₃, no 4599)	10.43. 7,98	+1,30	53.30.56,4	+2,10
19....	½ (Weisse₂. H. X, no 830 + Yarnall₃, no 4599)	10.45. 7,98	+1,30	53.30.56,4	+1,95
20....	Bonn t. VI + 36°, no 2089	10.30. 4,89	+1,28	53.53.32,5	+0,46
21....	½ (Weisse. H. IX, no 798 + Leyde Zone 287)	9.39.50,86	+0,72	57.25. 0,9	−5,58
22....	Bonn. t. VI + 30°, no 1876	9.26. 5,48	+0,35	59.36.58,4	−6,67
23....	Bonn, t. VI + 30°, no 1874	9.24.54,66	+0,33	59.50.51,8	−6,69

» La comète était encore visible le 30 mai, mais trop faible pour être observée au milieu du long crépuscule de cette époque de l'année.

» Les 23 observations actuelles de la comète 1890, II, ajoutées à celles déjà publiées dans les *Comptes rendus*, portent à 99 le nombre des observations de cet astre faites à Bordeaux; nous avons suivi la comète du 27 mars 1890 au 29 avril 1891. »

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie des étoiles filantes*. Note de M. O. Callandreau, présentée par M. Tisserand.

« La théorie astronomique des étoiles filantes, établie par les travaux de H.-A. Newton, Schiaparelli, Le Verrier, E. Weiss, regarde les étoiles filantes comme de petites comètes se mouvant par essaims dans l'espace; ces essaims proviendraient de la décomposition totale ou partielle des comètes, par suite de l'action perturbatrice du Soleil ou plutôt de l'une des grosses planètes, dont les orbites se rapprochent parfois beaucoup de celles des comètes. La liaison des étoiles filantes avec les comètes résulte du fait que quatre essaims, au moins, parcourent les mêmes orbites que quatre comètes.

» Les recherches sur la théorie de la capture des comètes périodiques, inaugurées par M. Tisserand, peuvent, semble-t-il, être mises à profit dans la théorie des étoiles filantes. On peut dire, en effet, qu'il s'agit, comme dans le beau travail de Le Verrier sur la comète de Lexell, de saisir le lien qui existe entre une comète et une famille de petites comètes engendrées par elle, à la suite de perturbations d'une grosse planète susceptibles de désagréger les matériaux cométaires les plus légers et de faire dériver une infinité d'orbites de l'orbite primitive.

» En regardant l'orbite de la planète perturbatrice comme circulaire, des constructions graphiques fort simples permettent de déterminer les éléments de l'orbite d'un flux d'étoiles filantes : la supposition que l'orbite rencontre celle de la planète et les données habituelles déterminent complètement les éléments de l'ellipse; la valeur du paramètre est connue aussitôt.

» Cela posé, appliquons le criterium de M. Tisserand, lequel consiste à écrire que la valeur de la combinaison

$$J = \frac{1}{a} + \frac{2}{a'}\sqrt{\frac{p}{a'}}\cos i$$

a une valeur constante pour la comète primitive et l'une quelconque des orbites des petites comètes; a, p et i sont le demi grand axe, le demi-paramètre et l'inclinaison; a' est la distance moyenne de la planète perturbatrice.

» Des calculs fort simples conduisent à l'équation de condition suivante :

$$\begin{aligned}
0 = & \left\{\left(1 + \frac{2}{a'^{\frac{3}{2}}} - J\right)[\sin^2 B + \cos^2 B \sin^2(L - \odot)] + 1 - p\right\}^2 - 4\cos^2 B \sin^2(L - \odot) \\
& \times \left\{\left(1 - \frac{1}{a'^{\frac{3}{2}}}\right)(1 - p) + \left(1 + \frac{2}{a'^{\frac{3}{2}}} - J\right)\right\} \\
& \times \left\{1 - \left(1 - \frac{1}{a'^{\frac{3}{2}}}\right)[\sin^2 B + \cos^2 B \sin^2(L - \odot)]\right\}.
\end{aligned}$$

L et B désignent la longitude et la latitude du point radiant, $\odot$ la longitude du Soleil; l'équation donne la condition nécessaire pour que les divers points radiants qui font successivement sentir leur influence appartiennent à une même famille, la planète perturbatrice étant à une distance moyenne a' du Soleil, et la valeur de la quantité J (qu'on pourrait appeler l'*invariant* pour les comètes périodiques) étant donnée.

» La condition ci-dessus peut être représentée par une construction graphique simplifiant beaucoup la recherche des flux d'étoiles filantes faisant partie d'une même famille; cette recherche serait impossible, en général, sans criterium, car une même famille peut comprendre des orbites très variées.

» Il convient de remarquer que, si l'équation de condition ci-dessus est vérifiée, on peut choisir des points de la sphère d'activité de la planète, tels que des particules de la comète primitive arrivant en ces points donnent précisément naissance aux flux observés.

» Il y a des rapprochements intéressants avec les faits d'observation concernant les Léonides et les Perséides. Citons d'abord quelques passages remarquables des Communications de Le Verrier sur les étoiles filantes de novembre et d'août (*Comptes rendus*, t. LXXIII).

» Les observations nombreuses des dernières années ont fait reconnaître qu'il s'en faut que le point radiant des Léonides soit toujours le même. Dans la nuit du 12 novembre 1869, par exemple, la grande majorité des météores venait d'une région plus au nord-ouest (p. 1083). Les observations qui viennent d'avoir lieu (en novembre 1871) ont confirmé le phénomène observé en 1869. Ce n'est pas le point radiant qui se déplace, mais il y a plusieurs points radiants qui font successivement sentir leur influence (p. 1194);

et Le Verrier ajoute un peu plus loin :

» Que plusieurs flux aient été jetés par des causes indépendantes les unes des autres

sur le même point de l'orbite terrestre, et qu'ils y passent dans la même année, cela n'est point impossible; et cependant ces coïncidences multiples sont une raison d'en douter. Il semble, au contraire, que, loin de s'étonner de cette multiplicité des courants dus à une cause unique, on doit la considérer comme naturelle.

» D'après les observations récentes de M. Denning, le point radiant des Perséides se déplace vers l'est pendant la période d'activité, fait indiqué comme probable par Le Verrier, dès 1871 (*ibid.*, p. 1306).

» Cela est conforme à l'équation de condition qui exige que, si B varie peu, il en soit de même de $L - \odot$, c'est-à-dire que L croisse.

» M. Kleiber, de Saint-Pétersbourg, qui vient de publier un important Catalogue de 918 orbites calculées d'après les points radiants observés par M. Denning depuis vingt ans, arrive à une conclusion analogue en supposant simplement que l'essaim de météores constitue un anneau. Hoek, d'Utrecht, a considéré le cas d'un nuage cosmique capturé par le Soleil (*Monthly Notices*, t. XXVIII), et ses résultats sont encore de même ordre.

» Notons que la connaissance précise des points radiants successifs d'une famille de météores pourrait faire retrouver les quantités a' et J, c'est-à-dire la planète perturbatrice (supposée unique) et la comète source des météores, si celle-ci est enregistrée dans les Catalogues.

» En terminant, il paraît utile d'observer que la théorie ingénieuse de M. Bredichin, qui considère les queues anomales comme l'origine de la transformation d'une partie de la masse cométaire en essaims de météores, et cela grâce à un choc produisant une éjection de matières, dépend des mêmes formules que la théorie de la capture. Ce fait important, sur lequel M. Tisserand a appelé mon attention, tient à ce que, les vitesses à l'entrée et à la sortie de la sphère d'activité étant désignées par v_0 et v_1, la résultante géométrique des vitesses v_1 et $-v_0$ est à très peu près égale à $2V_0 \cos\omega$, quantité qui peut acquérir la valeur répondant à un choc supposé en disposant convenablement de la variable ω (voir le *Compte rendu* de la séance du 24 mars 1890, p. 626). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux systèmes d'équations différentielles dont les fonctions hyperelliptiques de première espèce forment les intégrales.* Note de M. F. **Caspary**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie (p. 1120 de ce Volume), j'ai exposé une méthode élémentaire

pour établir, au moyen d'identités, les équations différentielles dont les fonctions thêta d'un nombre quelconque d'arguments forment les intégrales. Je demande la permission d'en donner une nouvelle application, relative aux fonctions thêta de deux arguments.

» Soient w_1, w_2 deux arguments quelconques et $\vartheta_5(w_1, w_2)$, $\vartheta_\alpha(w_1, w_2)$, $\vartheta_{\alpha\beta}(w_1, w_2)$ $(\alpha, \beta = 0, 1, 2, 3, 4)$ les seize fonctions thêta de deux arguments. Alors les quinze quotients

$$\vartheta_\alpha(w_1, w_2) : \vartheta_5(w_1, w_2) \quad \text{et} \quad \vartheta_{\alpha\beta}(w_1, w_2) : \vartheta_5(w_1, w_2)$$

forment les quinze fonctions hyperelliptiques de première espèce qui sont égales, sauf des constantes, aux quinze expressions

$$P_\mu = \sqrt{(s_1 - a_\mu)(s_2 - a_\mu)},$$
$$P_{\mu\nu} = P_{\nu\mu} = \frac{P_\mu P_\nu}{s_1 - s_2}\left[\frac{\sqrt{R(s_1)}}{(s_1 - a_\mu)(s_1 - a_\nu)} - \frac{\sqrt{R(s_2)}}{(s_2 - a_\mu)(s_2 - a_\nu)}\right]$$
$$(\mu, \nu = \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon; \mu \neq 0),$$

où les indices $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ désignent, dans un ordre quelconque, 0, 1, 2, 3, 4, et où

$$R(s_k) = A_0(s_k - a_0)(s_k - a_1)(s_k - a_2)(s_k - a_3)(s_k - a_4) \quad (k = 1, 2),$$

s_1, s_2 étant des variables, et A; $a_0, \ldots, a_4$ des constantes.

» D'après le théorème que j'ai donné antérieurement (ce Recueil, 28 juillet 1890), les quinze fonctions P_μ, $P_{\mu\nu}$ sont proportionnelles aux quinze éléments d'un système orthogonal que je désigne, en conservant la notation de mes Notes citées, par a_{mn}, p_h, v_h $(m, n, h = 1, 2, 3)$.

» Ceci rappelé, au moyen de ce théorème [1], on tire de l'identité différentielle

$$da_{21} = a_{22}p_3 - a_{23}p_2 = -a_{31}v_1 + a_{11}v_3,$$

en y remplaçant les éléments a_{mn}, p_h, v_h par les fonctions hyperelliptiques

[1] Je saisis cette occasion pour corriger quelques erreurs d'impression qui se sont glissées dans les expressions (I) du théorème cité. Dans les expressions des coefficients a_{11} et a_{32}, on doit rayer, aux dénominateurs, le coefficient i, et dans l'expression du coefficient a_{22}, on doit lire $\sqrt{\beta\gamma}$ au lieu de $\sqrt{\alpha\gamma}$.

égales, les deux formules

$$(1)\quad \begin{cases} (\beta\gamma)\, dP_{\alpha\delta} = P_{\alpha\gamma}P_{\delta\gamma}(dw_1 - a_\beta\, dw_2) - P_{\alpha\beta}P_{\delta\beta}(dw_1 - a_\gamma\, dw_2), \\ dP_{\alpha\delta} = A_0 P_\alpha\, P_\delta\, (dw_1 - a_\varepsilon\, dw_2) - P_{\alpha\varepsilon}P_{\delta\varepsilon}\, dw_2, \end{cases}$$

où $(\beta\gamma)$ désigne la différence $a_\beta - a_\gamma$.

» Envisageons dès à présent les arguments w_1, w_2 comme fonctions d'une nouvelle variable t, et posons

$$p_1 = p\, dt, \qquad p_2 = q\, dt, \qquad p_3 = r\, dt;$$
$$v_1 = v\, dt, \qquad v_2 = v'\, dt, \qquad v_3 = v''\, dt;$$
$$dw_1 - a_\alpha\, dw_2 = \frac{dt}{A}, \qquad dw_1 = a_\beta\, dw_2 = \frac{dt}{B}, \qquad dw_1 = a_\gamma\, dw_2 = \frac{dt}{C},$$
$$dw_1 - a_\delta\, dw_2 = \frac{dt}{F'}, \qquad dw_1 - a_\varepsilon\, dw_2 = \frac{dt}{F''}.$$

» Si l'on remplace maintenant, dans les formules (1), les indices β, γ par δ, ε; de plus, les indices α, δ, ε successivement par β, γ, α; γ, α, β; α, β, γ, et si l'on substitue enfin, pour les fonctions hyperelliptiques, les éléments égaux a_{mn}, p_h, v_h, on obtient, sans aucun calcul, les équations différentielles

$$(\text{I})\quad \begin{cases} \dfrac{d(Ap)}{dt} = -A_0(\beta\gamma)\left(\dfrac{a_{32}a_{33}}{F'} + \dfrac{a_{22}a_{23}}{F''}\right), \\ \dfrac{d(Bq)}{dt} = -A_0(\gamma\alpha)\left(\dfrac{a_{33}a_{31}}{F'} + \dfrac{a_{23}a_{21}}{F''}\right), \\ \dfrac{d(Cr)}{dt} = -A_0(\alpha\beta)\left(\dfrac{a_{31}a_{32}}{F'} + \dfrac{a_{21}a_{22}}{F''}\right) \end{cases}$$

et

$$(\text{II})\quad \begin{cases} \dfrac{d(Ap)}{dt} = (B - C)qr + A_0\dfrac{(\beta\gamma)}{A}\, a_{12}a_{13}, \\ \dfrac{d(Bq)}{dt} = (C - A)rp + A_0\dfrac{(\gamma\alpha)}{B}\, a_{13}a_{11}, \\ \dfrac{d(Cr)}{dt} = (A - B)pq + A_0\dfrac{(\alpha\beta)}{C}\, a_{11}a_{12}, \end{cases}$$

dans lesquelles deux des fonctions A, B, C, F', F'' sont quelconques et trois liées entre elles par une relation linéaire.

» Les équations différentielles que je viens d'établir mettent en évidence l'existence de relations algébriques entre les éléments a_{mn}, p, q, r, dans le cas où ceux-ci peuvent être représentés par les fonctions thêta de deux

arguments. En effets, ces relations existent en grand nombre et se déduisent de la même manière que les équations différentielles. Je me borne à en donner ici les plus simples, en y faisant entrer aussi les quantités v, v', v''.

$$(\text{III})\quad \begin{cases} \text{AB}pq = \text{A}_0(a_\gamma a_{11} a_{12} + a_\varepsilon a_{21} a_{22} + a_\delta a_{31} a_{32}), \\ \text{BC}qr = \text{A}_0(a_\alpha a_{12} a_{13} + a_\varepsilon a_{22} a_{23} + a_\delta a_{32} a_{33}), \\ \text{CA}rp = \text{A}_0(a_\beta a_{13} a_{11} + a_\varepsilon a_{23} a_{21} + a_\delta a_{33} a_{31}); \end{cases}$$

$$(\text{IV})\quad \begin{cases} a_{11}\text{A}p + a_{12}\text{B}q + a_{13}\text{C}r = 0, \\ a_{21}\text{A}p + a_{22}\text{B}q + a_{23}\text{C}r = \text{F}'v', \\ a_{31}\text{A}p + a_{32}\text{B}q + a_{33}\text{C}r = \text{F}''v''; \end{cases}$$

$$(\text{V})\quad \begin{cases} \text{A}\,p^2 + \text{B}\,q^2 + \text{C}\,r^2 = \text{F}'\,v'^2 + \text{F}''\,v''^2, \\ \text{A}^2p^2 + \text{B}^2q^2 + \text{C}^2r^2 = \text{F}'^2v'^2 + \text{F}''^2v''^2, \\ a_\alpha \text{A}^2p^2 + a_\beta \text{B}^2q^2 + a_\gamma \text{C}^2r^2 = a_\delta \text{F}'^2v'^2 + a_\varepsilon \text{F}''^2v''^2; \end{cases}$$

$$(\text{VI})\quad \left.\begin{cases} vv' = \text{F}_0(a_\alpha a_{11} a_{21} + a_\beta a_{12} a_{22} + a_\gamma a_{13} a_{23}) \\ v'v'' = \text{F}_0(a_\alpha a_{21} a_{31} + a_\beta a_{22} a_{32} + a_\gamma a_{23} a_{33}) \\ v''v = \text{F}_0(a_\alpha a_{31} a_{11} + a_\beta a_{32} a_{12} + a_\gamma a_{33} a_{13}) \end{cases}\right\}\ \text{F}_0 = \frac{\text{A}_0}{\text{F}'\text{F}''}.$$

» Les problèmes qui conduisent aux équations différentielles (I) ou (II) trouvent leurs solutions complètes par les expressions de ma Note du 28 juillet 1890 et par celles que je viens d'exposer. Tout particulièrement on en déduit les beaux résultats que M. H. Weber a découverts pour le mouvement d'un corps solide dans un liquide (*Math. Ann.*, t. XIV, p. 173), résultats qui, combinés avec ceux de M. Hermite, relatifs aux fonctions elliptiques, et de M. Darboux, relatifs aux identités, sont devenus, pour moi, la base de mes propres recherches. »

PHYSIQUE. — *Détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur.* Note de M. **Constantin Miculesco**, présentée par M. Lippmann.

« La méthode que j'ai suivie dans cette détermination est en principe celle de Joule, consistant à dégager de la chaleur dans le calorimètre même, par le frottement des palettes contre l'eau qu'il contient.

» Dans les expériences de Joule, le travail produit était très faible : il fallait par conséquent un temps considérable pour obtenir un échauffement sensible du calorimètre, d'où résultaient des corrections assez grandes et

difficiles. L'avantage de son dispositif était d'avoir un travail mesuré directement; j'ai cherché à conserver cet avantage, tout en augmentant la quantité du travail produit par unité de temps. Cela m'a amené à employer un moteur électrique relativement puissant.

» L'appareil que j'ai réalisé pour ces mesures se compose essentiellement d'un bâti mobile horizontal, reposant, à l'aide de deux couteaux, sur deux blocs de pierre très stables. Sur le bâti est fixé un moteur électrique Gramme, de la force d'un cheval-vapeur, ayant son axe de rotation en coïncidence avec la droite qui joint les arêtes de deux couteaux.

» Un calorimètre porté par des chevalets indépendants du bâti mobile, ayant la forme de deux cylindres concentriques, est placé de façon que leur axe commun coïncide avec l'axe de rotation du moteur. Un axe métallique muni d'hélices de bateau y pénètre, et la boîte à étoupe est dans l'intérieur de l'instrument, de manière à éviter les corrections dues aux frottements parasites. Cet appareil est d'ailleurs construit de façon à satisfaire aux exigences de la calorimétrie de précision. Un lien flexible sert à réunir l'axe du moteur à l'arbre portant les hélices.

» Dès que le moteur est mis en mouvement, les hélices battent l'eau du calorimètre qui tend à s'échauffer, et le balancier qui porte le moteur s'incline en sens inverse du sens de rotation.

» La mesure du travail se fait simplement en chargeant de poids un fléau de balance gradué, fixé perpendiculairement au plan de symétrie du balancier. On ajoute ces poids jusqu'à ce que l'appareil demeure constamment horizontal.

» Le courant qui actionnait le moteur provenait d'une batterie de 40 accumulateurs; son intensité était maintenue constante avec un rhéostat.

» La mesure de la quantité de chaleur était faite par la méthode à température constante, appliquée déjà par M. d'Arsonval. Par cette méthode, on a l'avantage de ne pas tenir compte de la capacité calorifique de l'appareil, et de ne pas faire de corrections relatives au refroidissement.

» Elle consiste à faire circuler un courant d'eau froide dans la partie annulaire qui entoure le cylindre intérieur constituant le calorimètre proprement dit; ce courant d'eau enlève au calorimètre la chaleur provenant du frottement, au fur et à mesure qu'elle est produite, et maintient constante de cette manière, pendant la durée du régime permanent, la température de l'eau du calorimètre. La différence entre la température du courant d'eau à l'entrée et à la sortie est prise avec une pince thermoélectrique, soigneusement graduée par comparaison avec un thermomètre

en verre dur, étudié préalablement par moi au Bureau international des Poids et Mesures.

» J'ai fait avec cet appareil 31 expériences qui sont très concordantes; les températures ont été rapportées au thermomètre à air, à Paris; la moyenne des résultats est

$$J = 426,7.$$

» Le nombre de Joule, corrections faites pour ramener les températures au thermomètre à air, à Paris, est de 426,5 ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Propriétés diélectriques du mica à haute température.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié les propriétés diélectriques du mica depuis la température ordinaire jusqu'à 400°. En faisant usage de lames de mica argentées, on ne rencontre pas de difficultés graves jusqu'au voisinage de 300°, mais au delà l'argent est attaqué au contact de l'air, et le mica se trouve bientôt recouvert d'une couche transparente, de nature électrolytique. On atténue cet inconvénient, sans le supprimer, en protégeant l'argent du contact de l'air par un dépôt de cuivre suffisamment épais.

» Le principal résultat de ces recherches a été de mettre en évidence l'invariabilité presque complète de la constante diélectrique rapportée à une durée infiniment courte.

» De 0° à 300° cette constante ne varie certainement pas de la $\frac{1}{50}$ partie de sa valeur; et comme dans tout cet intervalle de température le résidu électrique n'est pas extrêmement grand, on peut se montrer nettement affirmatif à cet égard.

» Au delà de 300° les complications apparaissent. La quantité d'électricité fournie au condensateur, par la pile de charge, cesse d'être exclusivement employée à la formation d'un résidu récupérable, comme cela avait lieu à la température ordinaire ([2]). L'excès du courant de charge sur le résidu est lié à l'existence d'une conductibilité superficielle du mica probablement attribuable elle-même au produit de l'attaque des armatures, car, à température fixe, cette conductibilité croît rapidement avec le temps,

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1362.

c'est-à-dire avec l'altération visible de l'argenture. Si, après une chauffe prolongée, on laisse refroidir le condensateur, la couche superficielle du mica, devenue hygrométrique, conserve à froid une conductibilité qu'on fait disparaître en lavant les bords à l'alcool, et l'on constate alors que le mica a repris ses propriété normales : sa constitution interne n'a donc pas été altérée d'une manière permanente par la chauffe.

» Il se peut que, de 300° à 400°, le mica possède déjà une faible conductibilité propre dont l'effet s'ajouterait à celui de la conductibilité superficielle que j'ai mise en évidence. Mes expériences ne permettent de rien affirmer à cet égard.

» Quoi qu'il en soit, la conductibilité résultante, de 300° à 400°, est assez faible pour que son effet, proportionnel au temps, puisse être négligé dans les expériences à très courte durée. A l'aide du pendule de torsion qui m'a précédemment servi ([1]), je produis des fermetures du circuit variant de $0^s,001$ à $0^s,05$ et je trouve que, dans cet intervalle restreint, la charge absorbée C est représentée en fonction du temps t par la formule

$$C = A + Bt^c.$$

Le coefficient B caractéristique du résidu croît rapidement avec la température; mais A conserve une valeur à peu près fixe et se confond, au degré d'approximation des mesures, avec la charge normale à courte durée et aux basses températures.

» La constante diélectrique est donc un élément d'une extrême fixité : ses variations avec la température paraissent de même ordre que celles de la densité ou de l'indice de réfraction. »

ÉLECTRICITÉ. — *Application du principe de la transmission des pressions aux transmetteurs téléphoniques à grande distance.* Note de M. **P. Germain**, présentée par M. Mascart.

« L'embouchure d'un *transmetteur téléphonique sans pile* peut se subdiviser en un certain nombre d'embouchures plus petites, correspondant chacune au-dessus de l'évasement de la chambre d'air d'une armature téléphonique distincte. L'émission d'une voix unique détermine ainsi dans

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1362.

toutes les colonnes d'air et sur les armatures téléphoniques des pressions proportionnelles à la surface totale des armatures actionnées.

» Chaque armature développe dans l'électro-aimant de Bell dont elle fait partie des courants d'induction semblables, sinon égaux, dans tous les circuits égaux distincts composant le transmetteur. En reliant l'entrée du courant de la première bobine avec la sortie de la deuxième, l'entrée de la deuxième avec la sortie de la troisième, et ainsi de suite jusqu'à la dernière, et en intercalant tous ces circuits groupés en tension dans le circuit d'une ligne téléphonique, on peut téléphoner à de grandes distances sans microphone, sans pile constante de quantité et sans bobine d'Edison.

» Une pile en tension pour les appels suffit et peut desservir un certain nombre de postes téléphoniques. Pour desservir une ligne téléphonique de 4000 ohms, tandis que l'embouchure d'émission de la voix n'a que 12^{cq}, la surface totale des armatures actionnées séparément par une petite embouchure de subdivision doit être de 900^{cq}. La résistance totale des bobines Bell doit être de 2000 ohms. »

CHIMIE. — *Action de l'ammoniaque sur quelques combinaisons des sels halogènes de mercure.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 941) j'ai étudié l'action de l'ammoniaque aqueuse sur les combinaisons que le bichlorure de mercure forme avec les cyanures métalliques, afin de déterminer l'influence exercée par ces composés sur la formation des amidures de mercure. Aujourd'hui j'étudie l'action du même réactif sur des combinaisons de l'iodure de mercure avec les cyanures, afin de montrer le rôle de certains composés ammoniacaux dans les doubles décompositions.

» Je joins à ces faits l'étude de quelques combinaisons nouvelles.

» I. *Iodocyanure de mercure et de cadmium.* — L'iodocyanure de mercure et de cadmium est un sel triple résultant de l'union de l'iodure mercurique avec le cyanure de mercure et de cadmium. On l'obtient en faisant agir l'iodure de cadmium sur le cyanure de mercure; il y a double décomposition entre un équivalent de CdI et un équivalent de HgCy; les produits de cette double décomposition s'unissent avec un équivalent de HgCy pour donner le corps HgCy.CdCy.HgI.8HO.

» Quand on fait tomber goutte à goutte une solution de ce sel dans de l'ammoniaque, il y a formation d'un précipité blanc qui se redissout d'abord.

On continue l'addition de la solution saline jusqu'à ce qu'il reste un précipité non dissous en quantité suffisante pour être analysé. Ce précipité et son eau-mère sont laissés en contact dans un vase fermé pendant trois heures. On a soin d'agiter de temps en temps. On obtient ainsi une poudre amorphe légèrement jaunâtre que l'on sèche très rapidement entre des doubles de papier : c'est un mélange d'iodure de cadmium ammoniacal avec le composé

$$HgCy.CdCy.HgI.2AzH^3$$

ou son isomère

$$Hg^2Cy^2.CdI.2AzH^3.$$

» On voit que, sous l'influence de l'ammoniaque, il y a eu une double décomposition inverse de celle qui a donné naissance au corps

$$HgCy.CdCy.HgI.8HO$$

et par suite régénération de CdI qui s'est combiné à l'ammoniaque. C'est la formation de ce dernier composé qui a provoqué la réaction.

» Il en est de même quand on dissout l'iodocyanure de mercure et de cadmium dans de l'ammoniaque aqueuse et que l'on concentre la liqueur sur de la potasse. Les premières cristallisations sont formées par des mélanges d'iodure de cadmium ammoniacal et du composé $HgCy.CdCy, HgI.2AzH^3$; ce n'est que quand la liqueur contient un assez grand excès de cyanure de mercure régénéré que l'iodocyanure ammoniacal se dépose à l'état de pureté.

» II. *Iodocyanure de mercure et de potassium.* — Ce sel se dissout abondamment dans l'ammoniaque aqueuse chauffée vers 40°. Par refroidissement, le sel se dépose inaltéré et sans avoir fixé d'ammoniaque.

» III. *Action du gaz ammoniac sur le cyanure de mercure.* — La fixation du gaz ammoniac sur le cyanure de mercure se fait avec quelques difficultés. Quand sur ce sel, complètement desséché, on fait passer un courant de gaz ammoniac bien sec, en chauffant vers 60°, le cyanure s'agglomère et, après quatre heures de courant gazeux, la fixation de AzH^3 est de 2 à 3 pour 100.

» J'ai fait quelques essais afin de déterminer les conditions les plus favorables à l'obtention de produits plus riches en ammoniaque. Voici comment il convient d'opérer : le cyanure de mercure, finement pulvérisé et non desséché, est placé en mince couche dans un long tube de verre pouvant être chauffé au moyen d'un bain-marie spécial. On fait passer un

courant de gaz ammoniac sec et l'on maintient l'eau du bain-marie à l'ébullition jusqu'à dessiccation complète de HgCy. Cela fait, on laisse refroidir et l'on continue à faire passer le courant gazeux pendant trente heures. On obtient ainsi une poudre blanche amorphe répondant à la formule

$$HgCy.AzH^3.$$

» C'est un corps très altérable à l'air. Il perd rapidement de l'ammoniaque et en même temps absorbe de l'eau qui se dégage quand on traite de nouveau le corps par un courant de gaz AzH^3, même à froid.

» IV. *Chlorocyanure de mercure et de baryum.* — Le chlorocyanure de mercure et de baryum, traité par un courant de gaz ammoniac à 100° jusqu'à déshydratation complète, puis à froid pendant huit heures, fixe 2 équivalents de AzH^3, et donne le composé

$$Hg^2Cy^2.BaCl.2AzH^3,$$

corps altérable à l'air, peu soluble dans l'ammoniaque, décomposable par l'eau.

» Le chlorocyanure de mercure et de baryum absorbe le gaz ammoniac beaucoup plus rapidement que chacun de ses sels composants individuellement, et la combinaison formée paraît beaucoup plus stable que celles résultant de l'action du gaz ammoniac sur le cyanure de mercure et sur le chlorure de baryum. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau procédé de préparation des chloroiodures de silicium.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai décrit précédemment la préparation des chloroiodures de silicium par l'action de l'acide iodhydrique sur le chlorure de silicium; cette opération, très pénible, ne m'avait permis de préparer à l'état de pureté que les deux premiers termes de la série des trois chloroiodures dont l'existence peut se prévoir par la théorie : $Si^2Cl^3I, Si^2Cl^2I^2, Si^2ClI^3$.

» Ces trois corps s'obtiennent facilement ensemble en faisant *naître* simultanément le chlorure et iodure de silicium; à cet effet, on distille sur du silicium cristallisé, chauffé à une température voisine du rouge, du chlorure d'iode ICl : le chlorure et iodure de silicium étant ainsi produits simultanément avec un excès d'énergie se combinent. Cet excès d'énergie

est nécessaire à la réaction, car si l'iodure est seul à l'état naissant, ce que l'on réalise en dissolvant de l'iode dans du chlorure de silicium, puis distillant sur le silicium, les vapeurs d'iode se trouvent entraînées dans la distillation; mais on ne recueille que le chlorure mélangé d'iodure, sans formation de produits intermédiaires. On peut, au contraire, passer d'un chloroïodure aux suivants en remplaçant, dans cette réaction, le chlorure par l'un des chloroiodures; mais ici la réaction semble très complexe, car on trouve du chlorure de silicium dans les produits de la réaction; ceci n'est pas très surprenant si l'on tient compte de la dissociation partielle des chloroiodures sous l'action de la chaleur. Cette dernière réaction est précieuse pour préparer le dernier terme de la série qui est le plus pénible à obtenir.

» Le liquide légèrement coloré par de l'iode est soumis à des distillations fractionnées sur un peu de tournure de cuivre, ce qui permet de recueillir des produits incolores. On sépare successivement le premier chloroiodure Si^2Cl^5I qui distille de 113°-114°, puis $Si^2Cl^2I^2$ à 172°, et enfin le dernier dont je rectifie et complète les caractères spécifiques.

» Liquide incolore se colorant rapidement à l'air, distillant de 234° à 237°, se solidifiant sous l'action du froid; le corps solide blanc cristallin ainsi obtenu fond vers + 2°. Sa composition a été vérifiée par les analyses suivantes :

	Poids de substance.	Si pour 100.	Ag Cl I pour 100.	Pour AgCl + 3AgI pour 100.		
	1,729	6,15	»		»	
	0,721	»	191,26	Cl...	8,00	Σ = 93,88
				I....	85,88	
	1,081	»	190,01	Cl...	7,94	Σ = 93,26
				I....	85,32	
Théorie pour Si^2ClI^3...	»	6,29	190,89	Cl...	7,98	Σ = 93,69
				I....	85,71	

» J'ai tenté d'obtenir par la même méthode, distillation de bromure d'iode IBr sur du bore chauffé au-dessous du rouge, les bromoiodures de bore que je n'avais pu préparer qu'en petite quantité par l'action de l'acide iodhydrique sur le bromure de bore; la réaction semble bien se faire dans le sens prévu, mais une notable quantité d'iode passe inaltérée et empâte le produit de la réaction, que j'ai dû abandonner pour cette raison.

» L'application de la même méthode m'a conduit à la préparation des chlorosulfures de silicium; le chlorure de soufre rouge correspondant sen-

siblement à la composition S^2Cl^2 distillé sur du Si au-dessous du rouge, il se forme Si^2Cl^4 et le soufre est mis en liberté.

» Mais, au rouge vif, la réaction est plus complète et l'on recueille des produits liquides et solides formés d'un peu de chlorure Si^2Cl^4 et de chlorosulfures, qui semblent être au nombre de trois, comme le fait prévoir la théorie. L'étude de ces corps n'est pas encore terminée. »

ZOOLOGIE. — *Sur trois cas de développement libre observés chez les Bryozoaires ectoproctes* (1). Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 29 juillet 1889, j'ai appelé l'attention sur un Bryozoaire marin, l'*Alcyonidium albidum* (Alder), qui pond ses œufs au moyen d'un organe spécial (*organe intertentaculaire*) dont sont seuls pourvus les polypides des loges sexuées. Depuis lors, j'ai observé le même fait chez la *Membranipora pilosa* (Linné), également munie d'un organe intertentaculaire. Contrairement à ce qui a lieu chez la grande majorité des Bryozoaires, l'œuf de ces deux espèces se développe donc librement dans le milieu extérieur.

» La connaissance de ces conditions particulières de la reproduction m'a d'abord permis d'étudier le développement de l'œuf de la *Membranipora pilosa* et de suivre l'embryogénie de sa forme larvaire, le *Cyphonautes*, organisme qui, à une époque déjà éloignée, a fort intrigué les zoologistes. Plus récemment, j'ai suivi le développement de l'œuf de l'*Alcyonidium albidum*.

» Les caractères de l'œuf de ces deux espèces sont identiques, avant et après la ponte, et les phases de son développement, dont je résume ici les principaux traits, sont essentiellement les mêmes.

» La segmentation est égale et régulière jusqu'au stade 16. Au stade 32, l'embryon présente une face légèrement aplatie, au milieu de laquelle on distingue quatre cellules, se différenciant de leurs voisines par leur plus grande dimension ainsi que par la plus grande abondance de leurs granulations vitellines. Ces quatre cellules, initiales de l'endoderme, pénètrent à l'intérieur de l'embryon, qui parvient ainsi au stade de gastrula sans cavité archentérique; le blastopore est situé sur la face aplatie (face orale), au point où les quatre cellules endodermiques se sont invaginées. La face

(1) Ces recherches ont été faites au Laboratoire Arago.

orale se déprime de plus en plus et le blastopore se ferme. Un épaississement ectodermique (organe aboral) apparaît alors au pôle aboral, tandis que quelques cellules mésodermiques, dont je ne puis préciser l'origine, se montrent en avant de la masse endodermique.

» La face orale se creuse ensuite d'une dépression (vestibule), qui rejette vers l'arrière la masse endodermique; en même temps, des cils vibratiles apparaissent sur le bord de la face orale et quelques cils tactiles se développent sur l'organe aboral. La masse endodermique acquiert bientôt une cavité centrale et forme le mésentéron avec lequel le fond du vestibule ne tarde pas à se mettre en communication; un peu plus tard, une invagination postérieure de la face orale vient déboucher dans la partie postérieure du mésentéron et forme le rectum.

» Les jeunes larves, ainsi pourvues d'un tube digestif, d'un organe aboral et d'une bande ciliée locomotrice (couronne), présentent déjà la forme en cône aplati du *Cyphonautes*, mais il leur manque encore deux organes : l'organe piriforme et le sac interne. L'apparition de ces organes est précédée de la formation d'un arceau cilié, qui délimite, dans le vestibule, une chambre pharyngienne et une chambre anale. Bientôt après, les cils vibratiles s'atrophient sur une certaine étendue des parties latérales de la couronne, qui se trouve ainsi divisée en deux bandes, l'une postérieure, l'autre antérieure; c'est en dedans de cette dernière que se développe l'organe piriforme, tandis que plus tard le sac interne apparaît entre l'arceau vestibulaire et le rectum.

» Les larves que j'ai élevées, privées des conditions de la vie pélagique, n'ont pas vécu jusqu'à l'apparition de leur sac interne; mais il n'est pas douteux que cet organe ne se développe, chez l'*Al. albidum*, à la place même où on le voit se former chez les jeunes larves de *Mem. pilosa* recueillies au filet pélagique. Les valves chitineuses, qui recouvrent le corps du *Cyphonautes*, n'étaient représentées, chez les larves d'*Al. albidum* élevées en captivité, que par un mince revêtement cuticulaire.

» Quoi qu'il en soit, ces observations permettent de conclure que la forme larvaire de l'*Alcyonidium albidum* présente avec celle de la *Membranipora pilosa*, non seulement les mêmes conditions de développement libre, mais encore une identité de structure telle que, si, à l'état de larve prête à se métamorphoser, elle ne lui est pas identique, les différences des deux larves n'ont certainement aucune importance morphologique.

» Le troisième exemple de développement libre nous est fourni par un Cténostome du groupe des *Stolonifera*, l'*Hypophorella expansa* (Ehlers),

qui vit dans l'épaisseur des tubes de certaines annélides, et que j'ai retrouvée dans les tubes de Chétoptères dragués au large de Banyuls-sur-Mer.

» Chez l'*Hypophorella,* l'organe intertentaculaire n'existe pas; il est remplacé par un simple pore situé entre le ganglion nerveux et la base des tentacules. C'est par ce pore que les œufs, d'ailleurs semblables à ceux des espèces précédentes, sont expulsés. Leur développement ne diffère pas essentiellement de celui qui vient d'être résumé et la jeune larve, pourvue d'un tube digestif, est organisée suivant le type *Cyphonautes*.

» Nous connaissons donc, dès maintenant, trois espèces de Bryozoaires ectoproctes dont les œufs se développent librement dans le milieu extérieur, sans aucune attache avec la colonie mère et, dans ces trois cas, l'œuf donne naissance à une larve du type *Cyphonautes*.

» Si nous remarquons que les trois espèces étudiées diffèrent non seulement par des caractères morphologiques importants, mais encore par leur habitat et leurs mœurs, ne serons-nous pas autorisé à penser que la forme *Cyphonautes* est le type larvaire de tous les Bryozoaires dont les œufs subissent un développement libre. »

ZOOLOGIE. — *Les Criquets en Algérie*. Note de M. **Charles Brongniart**, présentée par M. Blanchard.

« J'ai observé, depuis quelques jours, des quantités prodigieuses de Criquets pèlerins qui passaient sans discontinuer au-dessus de Mustapha et d'Alger. On était littéralement assailli lorsqu'on sortait dans les rues. J'ai donc pu voir facilement l'attitude de ces acridiens pendant le vol.

» Lorsqu'ils veulent s'envoler, ils se donnent un élan violent à l'aide de leurs pattes de la troisième paire qu'ils détendent comme un ressort et qui restent pendantes durant quelques instants. Si l'insecte veut continuer son vol et monter davantage, il replie les jambes sur les cuisses de la troisième paire de façon qu'elles soient parallèles à l'abdomen. Les pattes du prothorax et du mésothorax se relèvent et s'appliquent contre le thorax, la jambe repliée contre la cuisse. Les antennes sont dirigées en avant.

» Si l'insecte veut se poser, il laisse pendre toutes ses pattes et relève ses ailes, se laissant alors soutenir dans l'air à la façon d'un parachute. L'insecte ressemble à un pigeon qui va se poser.

» M. Poujade a étudié l'attitude des insectes pendant le vol et il a représenté une Locuste verte ayant les pattes pendantes durant le vol. Il faudrait vérifier si cette attitude n'a lieu qu'au moment du départ et si cet insecte replie ses pattes à la façon du Criquet.

» J'ai observé les Criquets pèlerins pendant l'accouplement et pendant la ponte. L'accouplement se fait presque en même temps pour les Criquets d'un même vol. Lorsqu'on s'approche ils ne s'envolent pas, ils sautillent et la plupart du temps le mâle reste cramponné sur sa femelle.

» Si on les observe sans les effrayer, on voit que, pendant l'accouplement, le mâle redresse par moments ses pattes de la troisième paire et frémit véritablement de jouissance. Il en est de même pendant la ponte; le mâle reste sur sa femelle et ses pattes de la troisième paire sont encore agitées fiévreusement. Il semble la vouloir aider à l'accouchement.

» La femelle enfonce son abdomen dans les terrains les plus durs, sur les routes battues même; quelquefois elle fait des trous d'essai pour se rendre compte de la nature du sol.

» L'abdomen s'enfonce à une profondeur qui varie entre 5^{cm} et 8^{cm}, et jamais je n'ai pu voir de femelle ayant enfoncé son abdomen à une plus grande profondeur, bien qu'on ait dit souvent le contraire. D'ailleurs, dans une des dernières séances de la Société d'Agriculture d'Alger, M. Künckel a fait justice de cette antique assertion.

» La femelle dépose au fond du trou une substance légère, blanchâtre, qui ne peut être mieux comparée qu'à du blanc d'œuf battu; elle dépose ses œufs et les recouvre encore de cette substance.

» J'ai observé, en diverses localités et notamment à Bordj Bouira, une moyenne de trente-cinq pontes par décimètre carré contenant chacune quatre-vingts à quatre-vingt-dix œufs !

» Après la ponte, les insectes restent, en général, absolument anéantis et meurent sur les lieux de ponte; on rencontre en moyenne trente cadavres par mètre carré, souvent beaucoup plus; en outre, des débris d'ailes, de pattes, de corps prouvent que des animaux, oiseaux, mammifères, reptiles, même des scolopendres (j'en ai trouvé mangeant des cadavres de ces Criquets) viennent se repaître de cette nourriture facile à trouver.

» Le sol où a eu lieu la ponte est facile à reconnaître, même de loin. Il est craquelé, éclaté, effrité; en outre les trous de ponte sont surmontés de cette bave dont j'ai parlé plus haut. »

M. **Blanchard** communique à l'Académie un télégramme que M. *Ch. Brongniart* vient de lui adresser de Mustapha :

« Trouvé quantité de pèlerins morts, tués par cryptogame *Botrytis*, voisin du *Bassiana*. Le professeur Trabut vérifie ma découverte. »

BOTANIQUE. — *Sur la nature morphologique du phénomène de la fécondation*. Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« En signalant, dans une Note antérieure [1], l'existence générale des sphères directrices dans les cellules végétales, j'ai fait remarquer, à propos des organes sexuels, qu'on les trouve, au nombre de deux pour chaque noyau à l'état de repos, non seulement dans les cellules mères du pollen et dans le sac embryonnaire en voie de développement, mais encore dans l'oosphère avant la fécondation.

» La transmission ininterrompue de ces corps de cellule à cellule, quelle que soit la nature de l'organe considéré, donnait à penser que le noyau mâle de la cellule génératrice, chargée d'opérer la fécondation, doit être également, comme le noyau de la cellule femelle, accompagné de deux sphères directrices. Mais, s'il en est ainsi, ces dernières pénètrent-elles avec le noyau mâle dans l'oosphère? et, dans le cas affirmatif, quelle est leur destinée dans l'acte de la fécondation? On a cru jusqu'à ce jour que l'essence du phénomène de la fécondation consiste exclusivement dans la copulation de deux noyaux d'origine sexuelle différente, la fusion des protoplasmes, quand elle existe, comme chez les Thallophytes, n'ayant qu'un rôle accessoire.

» Les faits suivants, tirés surtout de l'étude du Lis Martagon et de la Fritillaire, montrent que cette interprétation est inexacte, et la conclusion qu'ils fournissent est conforme sur le point essentiel, comme on le verra plus loin, à celle que M. Hermann Fol a énoncée récemment pour les animaux [2].

» Pour comprendre le mode d'union des éléments sexuels au moment

(1) *Comptes rendus*, 9 mars 1891.

(2) *Note sur le quadrille des centres : un épisode nouveau de la fécondation* (*Comptes rendus*, 20 avril 1891, et *Arch. des Sciences phys. et nat. de Genève*, numéro du 15 avril 1891).

de la fécondation, il est nécessaire de savoir d'abord quelle est, dans le tube pollinique et dans le sac embryonnaire, la position des sphères directrices au contact des noyaux mâle et femelle.

» 1. Après son entrée dans le tube pollinique, la cellule génératrice du grain de pollen est fusiforme et pourvue d'un protoplasme propre et spécialisé, que divers réactifs permettent de distinguer facilement du protoplasme qui circule dans le tube. Comme ce protoplasme propre recouvre d'une couche très mince les faces latérales du noyau allongé de la cellule génératrice, tandis qu'il est plus épais aux deux extrémités du noyau, les sphères directrices se trouvent généralement à l'une de ces extrémités.

» Lorsque la cellule génératrice se divise pour donner, conformément à la règle générale pour les Angiospermes, deux nouvelles cellules libres, le grand axe du fuseau nucléaire est toujours parallèle à celui du tube pollinique. Après cette division, celle des deux nouvelles cellules génératrices qui est antérieure dans le tube a ses sphères en avant du noyau, à la place occupée auparavant par l'un des pôles du fuseau; l'autre cellule, au contraire, les présente en arrière, là où se trouvait l'autre pôle. Par conséquent, au moment où la première, seule chargée d'opérer la fécondation, pénétrera dans l'appareil femelle, les deux sphères directrices qu'elle possède précéderont le noyau, qui a reçu le nom de *noyau mâle*.

» 2. Avant la fécondation, le sac embryonnaire produit, comme on sait, huit noyaux disposés en deux tétrades, l'une au sommet, l'autre à la base. Dans la tétrade du sommet, les deux noyaux qui appartiendront aux synergides se forment dans un plan horizontal; les sphères occupent donc la face latérale et externe de chacun d'eux. Les deux autres noyaux naissent, au contraire, dans un plan perpendiculaire : le plus élevé appartiendra à l'oosphère; le moins élevé ira s'unir à un noyau homologue, qui se détache de la tétrade inférieure pour former avec lui le noyau secondaire du sac embryonnaire ou premier noyau de l'albumen. Par suite, les corps directeurs sont situés au-dessus du noyau de l'oosphère, tandis que, pour son congénère, ils sont au-dessous.

» 3. Dès lors, au moment où la cellule mâle pénètre dans la cellule femelle, le contact s'établit d'abord entre leurs sphères respectives, qui s'accouplent deux à deux; puis les deux paires constituées chacune par deux éléments d'origine différente s'écartent l'une de l'autre pour permettre aux noyaux de s'unir à leur tour.

» Dans chaque couple, les sphères se fusionnent lentement en formant peu à peu une masse unique, où les deux centrosomes primitifs se confon-

dent finalement en un seul. Les deux nouvelles sphères ainsi constituées seront l'origine des pôles du premier fuseau de division de l'œuf après la fécondation ; elles s'orienteront de telle sorte que ce fuseau soit parallèle au grand axe de l'œuf.

» Pendant ce temps, le noyau mâle, fortement contracté et d'aspect homogène au moment de sa pénétration, grossit insensiblement au contact du noyau femelle dont on peut facilement le distinguer. L'entrée en division de la masse commune, formée par les segments chromatiques des deux noyaux sexuels, a lieu quand les deux sphères d'un même couple se sont fusionnées en une seule. Alors la fécondation est accomplie. Les mêmes faits s'observent dans l'union des deux noyaux qui doivent constituer le noyau secondaire du sac embryonnaire, et c'est même là qu'on peut le plus facilement les suivre.

» 4. Il résulte de ces données nouvelles que *le phénomène de la fécondation consiste non seulement dans la copulation de deux noyaux d'origine sexuelle différente, mais aussi dans la fusion de deux protoplasmes, également d'origine différente, représentés essentiellement par les sphères directrices de la cellule mâle et de la cellule femelle.*

» Dans le travail mentionné précédemment, M. Hermann Fol a constaté que, chez un Oursin, le *Strongylocentrotus lividus*, le spermatozoïde, après son entrée dans l'œuf, se montre précédé par un corpuscule distinct ou *spermocentre*. Le pronucléus femelle est de même accompagné d'un corpuscule analogue ou *ovocentre ;* mais ce dernier est situé du côté opposé, par rapport à l'endroit où pénètre le spermatozoïde. Pendant l'union du pronucléus mâle, dérivé du spermatozoïde, avec le pronucléus femelle, ces deux centres se dédoublent et leurs moitiés respectives cheminent en sens inverse en décrivant un quart de circonférence dans un même plan ; de sorte que, de chaque côté de la masse nucléaire unique formée par les pronucléus, et à angle droit de la position primitive, un demi-spermocentre vient rencontrer un demi-ovocentre et se fusionner avec lui. Il se fait ainsi deux *astrocentres*, occupant les deux pôles du premier fuseau de segmentation de l'œuf.

» Au fond, le résultat est le même que chez les plantes; seulement, chez celles-ci, les corps protoplasmiques qui doivent se fusionner sont préformés dans la cellule mâle et dans la cellule femelle. Cette différence, en admettant qu'elle soit constante, ne change pas la nature essentielle du phénomène fondamental de la fécondation, dont la similitude paraît désormais établie pour les plantes et pour les animaux. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les enclaves de syénites néphéliniques trouvées au milieu des phonolites du Höhgau et de quelques autres gisements; conclusions à en tirer*. Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« J'ai recueilli récemment dans les phonolites du Höhgau (nord-ouest du lac de Constance) un assez grand nombre d'enclaves particulièrement intéressantes, à cause de leurs relations avec la roche qui les englobe.

» Ces enclaves sont assez abondantes sur les abrupts est et sud-est du Hohentwiel, à Gennersbohl, près Hilzingen, plus rares à Hohenkräken et à Mägdberg. Arrondies ou anguleuses, elles varient dans leurs dimensions depuis la grosseur d'une noix jusqu'à celle des deux poings. On peut les diviser en deux groupes.

» Le premier est formé par des roches de couleur claire, grenues et offrant à l'œil nu les caractères des *syénites néphéliniques*. On y distingue des feldspaths aplatis suivant g^1 (010) et allongés suivant l'arête pg^1 (001)(010), des minéraux jaune rougeâtre que l'examen microscopique montre être de la *néphéline* (rare) et surtout un minéral cubique du groupe *sodalite-noséane* plus ou moins transformés en *mésotype*, enfin du pyroxène vert.

» L'étude des lames minces montre que ces roches possèdent la structure la plus habituelle aux syénites néphéliniques. Les cristaux de feldspath s'enchevêtrent, laissant entre eux des vides polyédriques, remplis par la néphéline et la sodalite. Cette dernière existe aussi en cristaux automorphes englobés par les feldspaths.

» Le pyroxène est vert foncé, très polychroïque; sur les bords, il se transforme en *ægyrine;* ce dernier minéral existe parfois en grands cristaux. Divers minéraux accessoires (*sphène, zircon, rinkite*) s'observent, en outre, plus ou moins abondamment.

» Souvent la néphéline et la sodalite sont complètement zéolitisées et les feldspaths entièrement noyés dans les produits secondaires.

» Deux enclaves de Gennersbohl absolument intactes présentent quelques particularités : l'une, à gros grains, renferme des cristaux octaédriques [a^1 (111)] réguliers, jaunes, qui doivent être rapportés à la *pyrrhite*. Tous les éléments sont grenus, les feldspaths piquetés des produits d'altération colloïdes : la roche est identique à certaines syénites néphéliniques du Brésil; l'autre enclave est très finement grenue, riche en biotite et en pyroxène s'isolant en paquets; cette roche présente une grande analogie de

structure avec quelques-unes des formes de contact que j'ai décrites dans la syénite néphélinique de Montréal (Canada) et avec quelques roches filoniennes du groupe *tinguaite* de M. Rosenbusch.

» Le second groupe d'enclaves est de couleur foncée : l'examen microscopique fait voir que les roches qui le constituent sont surtout riches en pyroxène (partiellement transformé en ægyrine), parfois en *ægyrine*, en *biotite*, en *apatite* et en *sphène*. Ces minéraux sont entourés par de la sodalite et plus rarement par de la néphéline. Du grenat mélanite, de la *perowskite* ont été accidentellement observés. La *biotite* est parfois en voie de résorption ferrugineuse et accompagnée de *biotite* récente. En général, les éléments blancs sont zéolitisés. L'étude d'un grand nombre d'échantillons m'a permis de voir que tous les passages possibles existaient entre ce groupe d'enclaves et le précédent par l'adjonction d'orthose et la diminution concomitante des éléments ferrugineux.

» Il est intéressant de comparer ces enclaves grenues avec celles que l'on trouve dans les phonolites d'Oberbergen, en Kaiserstuhl, que j'ai eu récemment l'occasion de visiter. Dans ce gisement, ce sont les enclaves grenues, composées de grenat mélanite (*schorlomite*), pyroxène, biotite, ittnérite (du groupe haüyne-sodalite), apatite et plus rarement *perowskite* qui dominent, tandis que les syénites feldspathiques, si abondantes dans le Höhgau, sont beaucoup plus rares. Notons que, comme dans ce dernier gisement, on trouve des passages entre les syénites très feldspathiques et les enclaves non feldspathiques par l'introduction d'orthose dans celles-ci.

» Dans le plateau central de la France, j'ai trouvé au milieu de la phonolite de Valette, près Trizac, un bloc de sodalite bleue lamellaire rappelant celle des syénites néphéliniques de l'Oural, et, dans les tufs de Brocq, à proximité des phonolites de Vensac (Cantal), des roches grenues à anorthose et sodalite, biotite, zircon, tout à fait comparables aux enclaves du Höhgau.

» Enfin des enclaves de syénites néphéliniques ont été signalées dans les phonolites de l'île Fernando de Noronha et dans celles des Canaries.

» Dans un grand nombre de gisements, les syénites néphéliniques sont accompagnées de roches spéciales finement grenues et de roches microlitiques analogues aux phonolites.

» J'ai montré dans cette Note que, réciproquement, les phonolites de plusieurs gisements renferment des enclaves de syénites néphéliniques et de roches finement grenues ramenées des profondeurs.

» Ces faits sont intéressants à rapprocher, car ils font voir que le même

magma peut donner soit de la syénite néphélinique, soit de la phonolite, suivant les conditions qui ont présidé à son refroidissement. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur le parallélisme des assises du crétacé supérieur des Pyrénées occidentales (Basses-Pyrénées et Landes).* Note de M. **Jean Seunes**, présentée par M. Fouqué.

« Le terrain crétacé supérieur des Basses-Pyrénées et des Landes est constitué par une série régulière de formations sédimentaires entièrement marines ([1]) résumées dans le Tableau suivant :

	Éocène inférieur.	Couches à *Nummulites spileccensis, Operculina Heberti.*
	Danien (*sensu stricto*). Garumnien.	Couches à *Nautilus Danicus, Pleurotomaria Danica, Micraster Tercensis, Isaster Aquitanicus, Coraster, Geronia, Isopneustes*, etc.
Sénonien supérieur.	Maestrichtien....	α. *Facies à Ammonites.* Couches à *Pachydiscus Jacquoti, Pachyd. Fresvillensis, Pachyd. af. Galicianus* (variété), *Baculites anceps, Hamites cylindraceus, Scaphites constrictus, Inoceramus impressus*, etc. Couches à *Pachydiscus* et à *Stegaster* des Basses-Pyrénées et du sud des Landes. Gisement à *Pachydiscus* de Monléon (Hautes-Pyrénées). β. *Facies à Hemipneustes.* Couches d'Audignon (Landes) à *Hemipneustes pyrenaicus, Hemip. Leymeriei, Ostrea larva, Orbitoïdes Gensacica (O. papyracea)*, etc. Gisement de Gensac (Haute-Garonne).
	Campanien.......	Couches de Tercis, d'Angoumé, etc., à *Heteroceras polyplocum, Pachydiscus Fresvillensis*, var., *Pachyd. af. Galicianus, Pachyd. af. robustus, Baculites anceps, Nautilus Dekayi, Ostrea vesicularis, Nerita rugosa, Echinocorys Heberti*, etc.

» L'étude comparative de la faune des *Ammonitidæ* de la craie supérieure

([1]) *Recherches géologiques sur la région pyrénéenne du sud-ouest de la France* (Thèse de doctorat).

de la région pyrénéenne et des divers gisements connus en Europe et dans l'Inde, nous a conduit aux considérations suivantes :

» 2° Les couches à *Heteroceras polyplocum* des Landes, placées au niveau de la craie de Haldem par M. Hébert [1], correspondent également aux couches à *Heteroceras polyplocum, Pachydiscus Fresvillensis*, etc., de la Charente (campanien de Coquand). La présence de *P. Fresvillensis* et l'analogie de la faune ne laissent aucun doute sur ce classement.

» C'est au même niveau qu'il convient de placer : la craie blanche à *Micraster Brongniarti* de Meudon, de Nouvelles (Belgique); la partie inférieure de la craie marneuse à *Belemnitella mucronata* d'Aix-la-Chapelle; la craie à *Heteroceras polyplocum* de Rugen, etc.

» 2° Les couches comprises entre l'assise à *Heteroceras polyplocum* et celle à *Nautilus Danicus* renferment, dans les Pyrénées, soit des *Ammonitidæ*, soit des *Hemipneustes*, des *Ostrea* et des *Orbitoïdes*, que l'on trouve ensemble dans la Charente (*dordonien* de Coquand). *Pachydiscus Jacquoti* est l'espèce caractéristique de ce niveau; elle se rencontre dans les Pyrénées, la Charente, le Cotentin, le sud-est de l'Espagne, etc.

» D'après l'analogie de la faune des *Ammonitidæ*, on est amené à regarder comme sensiblement synchroniques des couches à *Pachydiscus Jacquoti* des Pyrénées (*Maëstrichtien*) : le dordonien de l'Aquitaine; le calcaire à Baculites du Cotentin; le tuffeau de Maëstricht à *Ammonites* et à *Hemipneustes* (= partie supérieure des couches à *Belemnitella mucronata* de la Belgique); la partie supérieure des couches à *Belemnitella mucronata* d'Aix-la-Chapelle; la craie de Lunebourg, la craie de Lemberg; la craie à *Pachydiscus Gollevillensis* d'Irlande; la partie supérieure des couches à *Ammonitidæ* du groupe de l'Arrialur de l'Inde anglaise et de Pondichéry.

» Il faut noter que quelques espèces de *Pachydiscus* du campanien, *P. af. Galicianus, P. af. Fresvillensis*, etc., se retrouvent dans le Maëstrichtien et rendent bien difficile la séparation de ces deux assises.

» 3° Le parallélisme précédent se trouve corroboré par ce fait que, dans un grand nombre de ces régions, là où les érosions ont respecté les couches supérieures du crétacé (quand elles s'étaient déposées), on trouve le Maestrichtien normalement recouvert par des couches caractérisées par le *Nautilus Danicus* ou par *Isopneustes coloniæ, couches dans lesquelles on n'a encore signalé aucune trace d'Ammonitidæ;* je veux parler du calcaire de Faxö, du calcaire pisolithique du bassin de Paris, des calcaires entièrement

[1] *Comptes rendus*, t. XCI, séance du 8 novembre 1880.

marins des Basses-Pyrénées et des Landes, des sables de Ninnyur de l'Inde anglaise et de Pondichéry, où la présence de *Nautilus Danicus* est constante; enfin des couches garumniennes de la Haute-Garonne et de l'Ariège, et de la partie supérieure du tuffeau de Maëstricht renfermant *Isopneustes coloniæ* et peut-être aussi *Nautilus Danicus*.

» Desor a appliqué tout d'abord le nom de *Danien* au calcaire à *Nautilus Danicus* de Faxö; il convient donc de réserver ce nom exclusivement à l'assise à *Nautilus Danicus* et de ne plus l'employer comme nom d'étage à l'ensemble des couches à *Nautilus Danicus* (dépourvues d'*Ammonitidæ*) et de celles à *Pachydiscus Jacquoti* ou à *Hemipneustes* (Maëstrichtien); ces dernières se rattachent naturellement par l'affinité de leur faune au Sénonien supérieur (campanien), où d'Orbigny les avait d'ailleurs rangées.

» Il conviendra également à l'avenir de n'appliquer le terme de *Garumnien* aux couches à *Nautilus Danicus* ou à leur équivalent que pour désigner le facies laguno-lacustre et marin du Danien, tel qu'il se présente dans la Haute-Garonne, l'Ariège et la Catalogne. »

PHYSIOLOGIE. — *Le grand sympathique nerf de l'accommodation pour la vision des objets éloignés*. Note de MM. **J.-P. Morat** et **Maurice Doyon**, présentée par M. A. Chauveau.

« On doit aux travaux de Cramer et surtout d'Helmholtz d'avoir démontré que l'adaptation de l'œil aux distances se fait par un changement des courbures du cristallin (de l'antérieure surtout). Les recherches anatomiques de Bowman et de Brücke et postérieurement de Rouget et de H. Müller, en établissant l'existence d'un muscle intra-oculaire (fibres radiées et fibres circulaires du muscle ciliaire), expliquent la possibilité d'une telle déformation du cristallin. Enfin, plus récemment, Hensen et Volkers ont montré qu'en excitant l'oculo-moteur commun ou les nerfs ciliaires qui lui font suite on peut reproduire expérimentalement les changements intra-oculaires d'où dépend l'adaptation.

» Il semble avec tous ces éléments que l'appareil moteur de l'accommodation soit complet. A l'activité de cet appareil correspond la vision de près; tandis que, dit-on, la vision de loin correspondrait simplement à son repos. Nous nous proposons de montrer qu'en réalité, dans la vision de loin ou à l'infini, il intervient une puissance nerveuse antagoniste de la pre-

mière : il y a non pas un, mais *deux* nerfs de l'accommodation : c'est ce qui ressort de l'expérience qui suit, que nous avons réalisée sur le chat, sur le chien et sur le lapin.

» *Expérience.* — L'animal est immobilisé par une injection de curare à la dose limite ou de morphine dans le tissu cellulaire. Le sympathique cervical est mis à nu et séparé des nerfs voisins par des procédés qui peuvent varier suivant les animaux.

» L'obscurité est faite dans la pièce où l'on opère. On dispose à une certaine distance de la tête de l'animal une source lumineuse dont les rayons tombant sur l'œil donnent naissance aux images dites *de Purkinje*. On s'arrange de manière à avoir l'une à côté de l'autre, d'une part l'image cornéenne et d'autre part, à travers la pupille, la première image cristallinienne dont les changements de grandeur seront appréciés par comparaison.

» Le sympathique est coupé : à la suite de cette section on peut voir d'une façon non constante une diminution dans la grandeur de l'image cristallinienne. Ce changement est généralement faible et parfois difficilement appréciable : il dépend du reste de l'état antérieur dans lequel se trouvait l'appareil accommodateur au moment de la section du nerf.

» Les effets de l'excitation sont bien plus nets et plus démonstratifs. Cette excitation est pratiquée à l'aide des courants d'induction dits *tétanisants*, tels qu'on les emploie usuellement en Physiologie : *son résultat est un grandissement de l'image cristallinienne dans tous ses diamètres*. Cette augmentation est variable suivant l'espèce animale, l'âge de l'individu, l'état de repos ou de fatigue du nerf, l'intensité de l'excitant, enfin, surtout, suivant l'état des courbures du cristallin immédiatement avant l'excitation. Pour rendre son effet plus visible, il est bon de produire au préalable le spasme de l'accommodation, soit par l'excitation du nerf antagoniste, soit par l'instillation dans l'œil de substances myotiques auxquelles nous avons reconnu un effet parallèle et de même ordre sur le système accommodateur, l'ésérine ou préférablement la nicotine, à la dose d'une goutte de la solution au $\frac{1}{100}$.

» Dire que l'excitation du sympathique détermine le grandissement de l'image antérieure cristallinienne revient à dire évidemment que cette excitation fait accommoder l'œil pour les distances éloignées, pour l'infini : autrement dit, qu'elle détermine l'aplatissement du cristallin. Quel est maintenant le mécanisme de cette déformation ? quel en est l'organe mo-

teur mis en jeu par le sympathique? D'après ce qui est connu et généralement admis de la disposition et des insertions du muscle ciliaire, on ne voit aucune de ses parties qui puisse, par sa contraction, produire un tel effet sur le cristallin. Mais on peut admettre que, sur ce muscle comme sur plusieurs autres (muscles de l'intestin, des vaisseaux de la pupille même), le sympathique agit par *inhibition*. On trouve en effet, dans le voisinage immédiat et dans l'épaisseur même du muscle ciliaire, un plexus ganglionnaire, c'est-à-dire des cellules nerveuses, éléments qu'on s'accorde généralement à considérer comme étant le siège des phénomènes nerveux dits d'*arrêt* ou d'*inhibition*.

» Toutes réserves étant faites sur cette interprétation, il reste acquis que le grand sympathique cervical est le nerf de l'accommodation pour la vision de loin ou à l'infini ([1]). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur l'existence d'organismes parasitaires dans les cristallins malades chez l'homme et sur le rôle possible de ces organismes dans la pathogénie de certaines affections oculaires*. Note de MM. **Gallippe** et **L. Moreau**, présentée par M. Charcot.

« Partant de ce principe, appuyé par les travaux de l'un de nous, que la calcification des tissus pathologiques est fonction microbienne, nous nous sommes proposés de rechercher si, dans les cristallins cataractés, susceptibles de subir une transformation calcaire, partielle ou totale, existaient des micro-organismes.

» Dans le même ordre d'idées, nos recherches ont également eu pour but de constater si les yeux perdus depuis longtemps et dans lesquels on trouve des concrétions calcaires renfermaient des micro-organismes.

» Enfin, nous nous sommes proposés d'étudier si l'on ne pourrait attribuer une origine parasitaire probable à ces singuliers phénomènes entoptiques connus sous le nom de *mouches volantes*.

» Dans la grande majorité des cas, nous avons trouvé des parasites dans les cristallins cataractés. Sans vouloir leur attribuer un rôle exclusif dans la pathogénie de la cataracte, nous pensons que ces parasites ne doivent pas être étrangers à l'opacification des cristallins.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Lyon.

» Nous avons également rencontré des micro-organismes dans les concrétions calcaires existant dans les yeux perdus depuis longtemps.

» Enfin, sans vouloir, pour ce dernier point, dépasser les limites de l'hypothèse, nous pensons, en nous appuyant sur des arguments d'ordre physique, que les corps étrangers intraoculaires dits *mouches volantes*, pourraient bien être d'origine parasitaire.

» Nos recherches nous ont conduits à des conclusions de thérapeutique pathogénique. S'il est démontré, comme nous le pensons, que l'on doive compter avec l'intervention des parasites dans la production de certaines affections oculaires, telles que la cataracte, l'ophtalmie sympathique, etc., le traitement antiseptique des affections extra et intra-oculaires s'impose aux médecins d'une façon rigoureuse. »

VITIÇULTURE. — *Sur l'emploi du sulfure de carbone dissous dans l'eau, pour combattre le Phylloxera*. Note de M. **A. Rommier**.

« La Commission supérieure du Phylloxera n'a admis jusqu'ici, pour traiter les vignes phylloxérées, que deux insecticides, le sulfure de carbone et le sulfocarbonate de potassium.

» Le sulfure de carbone a été essayé pour la première fois, en 1869, par M. P. Thenard. Il le versa, avec une burette, dans les sillons d'une vigne qu'on labourait à la charrue, et un ouvrier qui marchait derrière lui nivelait le sol avec le pied. Dans la suite, cet insecticide a été appliqué avec des instruments moins primitifs : le pal Monestier, puis le pal Gastine, enfin les charrues sulfureuses qui rendent encore des services signalés aux viticulteurs.

» Le sulfocarbonate de potassium a été proposé en 1874, par M. Dumas, et les premières applications en ont été faites par M. Mouillefert. Il le dilua dans beaucoup d'eau et le versa dans des cuvettes aux pieds des souches.

» En 1875, j'ai été chargé, par M. Dumas, de rechercher pendant combien de temps ce sel séjourne dans le sol sans se décomposer. J'ai d'abord constaté qu'il se dissociait instantanément en présence des sels ammoniacaux, et qu'un sixième de son sulfure de carbone devenait libre [1].

» Dilué dans beaucoup d'eau, il devient très instable, ce qui arrive aux

---

[1] *Comptes rendus*, t. I, p. 1386; 1875.

sels à bases fortes et à acides faibles, suivant les observations de M. Berthelot. Une heure ou deux, en effet, après qu'on l'a versé aux pieds des ceps, son odeur disparaît et elle est remplacée par celle si caractéristique du sulfure de carbone. En moins de vingt-quatre heures, il est déjà impossible d'en constater la moindre trace avec les réactifs. L'eau de lavage de la terre précipite en blanc par les sels de plomb, et le sulfure de potassium provenant de la dissociation est décomposé, par l'oxyde de fer qui se trouve dans le sol, en oxyde de fer et en potasse caustique.

» Mais le sulfure de carbone régénéré par la dissociation du sulfocarbonate se répartit mieux dans le sol, avec l'eau qui lui sert de véhicule, que lorsqu'on l'introduit avec un pal, et, à dose égale, il y est bien plus actif. Cet avantage du sulfocarbonate sur le sulfure de carbone est compensé par le grave défaut de laisser dans le sol plus de potasse que la vigne n'en absorbe annuellement, surtout dans les applications réitérées.

» La potasse, en effet, dissout l'humus et, en l'absence de la végétation, elle l'entraîne avec les eaux pluviales dans les profondeurs de la terre. C'est en se basant sur cette réaction que M. P. Thenard en a extrait l'acide fumique, analogue à celui qu'il avait déjà retiré du fumier; et MM. Berthelot et André, dans une récente Communication à l'Académie des Sciences, ont montré que l'acide humique du sucre, traité par une solution étendue de potasse caustique, forme avec cet alcali, suivant son degré de condensation moléculaire et d'hydratation, des sels solubles et insolubles dans l'eau. L'acide fumique en présence des alcalis doit produire des combinaisons analogues à celles de l'acide humique.

» La solution étendue de sulfocarbonate de potassium répartie uniformément dans le sol acquiert sa plus grande puissance toxique au moment où son sulfure de carbone est mis en liberté; il y avait à voir si du sulfure de carbone dissous dans l'eau ne présenterait pas le même avantage, sans offrir les inconvénients du sulfocarbonate de potassium.

» Dans ce but, en 1882, j'ai recherché la solubilité du sulfure de carbone dans l'eau et j'ai reconnu qu'elle s'élevait à un peu moins de 2^{gr} par litre, à la température ordinaire.

» J'ai ensuite expérimenté cette solution, au titre de $0^{gr},4$ de sulfure de carbone par litre, principalement sur des vignes plantées en pots, et j'ai reconnu qu'elle faisait périr tous les Phylloxeras, ainsi que leurs œufs. Plus diluée, elle était encore aussi insecticide, mais à la condition de répartir la même dose de poison sur la même surface de terrain, sa propriété meur-

trière dépendant non de la concentration du liquide toxique, mais de la quantité employée.

» Je recommandais de se servir d'un réservoir muni d'ailettes (une espèce de baratte), où l'on pulvériserait le mélange des deux liquides, qui serait ensuite dilué, après l'écoulement, suivant la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation (¹).

» J'ignorais alors que Cauvy avait pris un brevet, en 1875, pour le traitement des vignes phylloxérées avec le sulfure de carbone dissous dans l'eau et avec le sulfocarbonate de calcium. Son procédé avait passé inaperçu et n'a même pas été essayé; il coïncidait avec le sulfocarbonate de potassium de M. Dumas, qui attirait l'attention générale. Cauvy proposait de verser au pied de chaque souche de quatre à cinq cents litres d'une solution de sulfure de carbone au millième, dose énorme, quinze à vingt fois plus considérable que celle usitée actuellement, et qui devait aussi bien faire périr la vigne que le Phylloxera.

» Le 13 octobre 1884, Peligot fit aussi, à l'Académie des Sciences, la proposition de traiter les vignes avec le sulfure de carbone dissous dans l'eau; elle motiva, de ma part, dans une de ses séances suivantes, une réclamation de priorité à laquelle Peligot répondit très gracieusement.

» Le 24 novembre 1884, MM. Chancel et Parmentier recherchèrent à nouveau la solubilité du sulfure de carbone dans l'eau. Ils reconnurent qu'elle variait de 2^{gr} par litre à $3^{o},4$, à celle de $1^{gr},05$ à 40°.

» Enfin, en 1885, M. C. Benoist, avec le concours de MM. Fafeur frères, imagina un appareil ingénieux permettant de faire des dissolutions régulières de sulfure de carbone, à titre variable à la volonté de l'opérateur, par le simple maniement d'un robinet et opérant aussi rapidement qu'une pompe peut refouler de l'eau.

» M. C. Benoist applique ce procédé, sur les vignes phylloxérées, en versant dans des cuvettes aux pieds des souches de 15^{lit} à 20^{lit} de la solution contenant de $\frac{6}{10}$ à $\frac{8}{10}$ de gramme de sulfure de carbone, en hiver, et seulement de $\frac{4}{10}$ à $\frac{6}{10}$ de gramme, en été. Cette quantité de sulfure de carbone, voisine de celle que j'ai recommandée, représente de 80^{kg} à 160^{kg} de l'insecticide à l'hectare. Les prix en ont varié, pour la même surface de terrain, entre 170^{fr} et 220^{fr}.

(¹) Brochure, *Phylloxera, vignes et traitements;* 1882. — *Lettre à Barral* (*Journal d'Agriculture*, 26 août 1882).

» Depuis lors, le sulfure de carbone dissous dans l'eau est employé avec un succès constant, en France et à l'Étranger. Beaucoup de propriétaires des grands crus du Bordelais l'appliquent dans leurs vignobles et il peut devenir d'une grande ressource pour la défense des vignes de la Champagne, lorsque, malheureusement, cette région sera aussi envahie par le Phylloxera.

» La Commission du Phylloxera en a reconnu publiquement les avantages dans sa séance du 4 février 1890. »

M. C.-H. Steinbrüggen adresse une Note sur un procédé de son invention ayant pour but de faire disparaître les pucerons de la vigne.

Le moyen consiste dans l'emploi des aiguilles de pin ou de sapin que l'on mélange avec un peu de terre, et que l'on répand en couches de 1 à 2 centimètres autour des pieds de la vigne. Il se produit par oxydation de l'acide formique, qui empêche le passage des insectes.

M. H. Moulin adresse une Note ayant pour titre : « La force élastique des gaz vient de la tension de la molécule et est indépendante du poids atomique ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 mai 1891.

(*Suite.*)

Revue des études juives. Tome XXII, n° 43. Janvier-mars 1891. Paris, A. Durlacher; gr. in-8°.

Pubblicazioni della specola vaticana; fasc. I. Roma, Tipografia vaticana, 1891; br. in-4°.

Observations made at the Hongkong Observatory, in the year 1889; *by* W. Doberck, director. Hongkong, Noronha et C°, 1891; br. gr. in-4°.

Report of the meteorological Service of the Dominion of Canada; by Charles Carpmael, Director for the year ending december 31, 1887. Ottawa, Brown Harrisburg, 1889-1890; 2 vol. in-8°.

Geological Survey of Pennsylvania. — Seventh Report on the oil and gas fields of Western Pennsylvania for 1887-1888. (*Following the annual Reports of* 1885, *and* 1886), *with additional unpublished well records; by* John F. Carll. Harrisburg, 1890; in-8°.

Register of the University of California, 1890-91, *Berkeley.* Published by the regents of the University, 1891; in-8°.

Johns Hopkins University studies in historical and political science; séries V-XII. Baltimore, 1890; 4 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mai 1891.

Société de secours des amis des Sciences; fondée par L.-J. Thenard. *Compte rendu du trentième exercice.* Séance publique annuelle tenue le 27 mars 1890. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; 1 vol. in-8°.

Bibliothèque de l'École des Hautes Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. *Section des Sciences naturelles.* Tome XXXVII. Paris, G. Masson; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Bulletin de la Société philomathique de Paris; fondée en 1788. Huitième série, tome III, n° 1, 1890-1891. Paris, au siège de la Société, 1891; br. in-8°.

Comparaison entre les températures de plusieurs villes de la basse Égypte; par M. J. Barois. Le Caire, Imprimerie nationale, 1891; br. in-8°.

Cours de Physique et Météorologie professé à l'Institut agronomique; par M. E. Duclaux. Paris, A. Hermann, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Vol. XXII, année 1890, par le Dr H. Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, Edv. Berling, 1890-91; in-folio.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault; publié sous les auspices du Conseil général. Année 1890 (18e année). Montpellier, Charles Boehm, 1891; in-4°.

Description des cépages principaux de la région méditerranéenne de la France; par H. Marès. Première et deuxième livraison. Montpellier, Camille Coulet; Paris, Georges Masson, 1890; in-folio.

G. VAN DER MENSBRUGGHE. *Sur une particularité curieuse des cours d'eau et sur l'une des causes des crues subites. — Sur la propriété caractéristique de la surface commune à deux liquides soumis à leur affinité mutuelle.* (3e Communication.) Bruxelles, F. Hayez, 1891; 2 br. in-8°.

Muscinées du département de la Manche; par L. CORBIÈRE. Cherbourg, Imprimerie du Progrès, 1889. (Renvoyé au concours du prix Montagne.)

Mission scientifique du Cap Horn (1882-1883). Tome VI: *Zoologie — Échinodermes; par* E. PERRIER. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Exploration scientifique de la Tunisie. — Description des mollusques fossiles des terrains crétacés de la région sud des Hauts Plateaux de la Tunisie, recueillis en 1885 *et* 1886 *par M. Philippe Thomas; par* ALPHONSE PERON. Deuxième Partie. Paris, Imprimerie nationale, 1890-1891; 1 vol. gr. in-8° et un atlas in-folio. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Dispensaire Furtado-Heine. Statistique médicale 1890. Paris, Imprimerie Chaix, 1891; br. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey. Renvoyé au concours Montyon, Statistique.)

Physique biologique. — Recherches expérimentales sur les conditions physiques de la vie dans les eaux; par le Dr PAUL REGNARD. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Mme CLÉMENCE ROYER. *Origine de l'homme et des sociétés.* Paris, Victor Masson et fils, 1870; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoyé au concours du prix Jean Reynaud.)

La mortinatalité dans le département des Côtes-du-Nord (1880-1889) *et plus spécialement dans l'arrondissement de Saint-Brieuc; par* le Dr PAUL AUBRY (de Saint-Brieuc). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; br. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Statistique.)

Le remède de Koch, sa valeur contre la tuberculose; par H.-W. MIDDENDORP. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891; br. gr. in-8°.

Laboratoire d'études de la soie fondé par la Chambre de commerce de Lyon. — Rapport présenté à la Chambre de commerce de Lyon, par la Commission administrative, années 1886 et 1889-1890. Lyon, Pitrat aîné, 1887-1891; 2 vol. in-4°.

Memorias y revista de la Sociedad cientifica « Antonio Alzate ». Tomo IV; cuadernos num. 5 y 6, noviembre y deciembre de 1890. Mexico, 1891; br. in-8°.

Delle vibrazioni sismiche e delle indicazioni sismometriche. — Ricerche teo-

rico-sperimentali del P. TIMOTEO BERTELLI Barnabita. Nota II. Parte prima. Parte seconda et terza. Estratto dalle *Memorie della pontificia Accademia dei nuovi Lincei*, vol. VI). Roma, 1890; 2 br. in-4°.

The canadian patent office record. Volume XVIII. Ottawa, published by authority, 1890; in-4°.

On some properties of the Earth; by O. REICHENBACH. London, Wertheimer, Lea et C°, 1880; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 25 mai 1891.)

Page 1209, ligne 2, *au lieu de* Al. Moulin, *lisez* H. Moulin.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUIN 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Moissan*, pour remplir, dans la Section de Chimie, la place devenue vacante par le décès de M. *Cahours*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Moissan** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les déformations et l'extinction des ondes aeriennes, isolées ou périodiques, propagées à l'intérieur de tuyaux de conduite sans eau, de longueur indéfinie;* par M. **J. Boussinesq.** (Extrait.)

« I. La propagation du son le long des tuyaux de conduite pleins d'air a été étudiée théoriquement, dans l'hypothèse de mouvements pendulaires

d'assez faible amplitude pour permettre la réduction des équations à la forme linéaire, d'abord par M. von Helmholtz ([1]), en négligeant les échanges alternatifs de chaleur entre la paroi et la couche gazeuse contiguë, puis par Kirchhoff ([2]), en tenant compte de ces échanges.

» Les formules auxquelles ils sont parvenus, différentes seulement par la signification du coefficient au moyen duquel s'y exprime l'influence extinctrice et retardatrice de la paroi, ont été récemment employées par MM. Violle et Vauthier, dans un Mémoire des *Annales de Chimie et de Physique* (mars 1890, 6e série, t. XIX), où ceux-ci ont publié et discuté leurs remarquables observations, faites à Grenoble, en 1885, sur un tuyau de conduite neuf de $0^m,7$ de diamètre et près de 13^{km} de longueur, parcouru plusieurs fois par chaque onde que réfléchissaient successivement, aux deux extrémités, des parois planes y fermant le tuyau perpendiculairement à l'axe. Mais ces observations n'ont guère été relatives qu'à des ébranlements non périodiques, d'une durée totale restreinte auprès de chaque section, et dont les plus caractéristiques consistaient en ondes condensées produites, comme dans de mémorables expériences antérieures de Regnault, par des coups de pistolet tirés à une extrémité du tuyau, devant un orifice percé au centre de son fond plat et que l'on bouchait aussitôt après. Or, malgré quelques systèmes de mouvements vibratoires qui, surtout dans les premiers instants de la propagation, se superposent à l'onde générale, ou la sillonnent transversalement, et lui permettent d'affecter l'organe de l'ouïe, de telles *intumescences*, où l'air est condensé presque d'un bout à l'autre, diffèrent profondément de la suite périodique d'ondes, à *égales* dilatations et condensations alternatives, supposées par les formules de MM. von Helmholtz et Kirchhoff. Aussi, MM. Violle et Vauthier ont-ils trouvé que celles-ci indiquaient, pour un parcours donné, un affaiblissement de la pression incomparablement plus rapide que le vrai, et, au contraire, un ralentissement de la propagation presque négligeable vis-à-vis des petits ralentissements réels, observés déjà par Regnault.

» La principale raison d'aussi graves désaccords ne se trouve sans doute pas dans l'assimilation, qui doit être permise approximativement ou comme premier aperçu, d'une intumescence isolée, d'une certaine longueur apparente, à la moitié convexe d'une onde d'un système périodique où

([1]) *Verhandl. d. natur. Vereins zu Heidelberg*, t. III, p. 16; 1863.

([2]) *Poggendorff Annalen*, t. CXXXIV, p. 177; 1868.

chaque demi-ondulation aurait cette longueur; mais elle est évidemment dans la confusion établie entre l'intumescence entière cheminant le long du tuyau et les ondes sonores successives, beaucoup plus courtes, qui la sillonnent, auxquelles seules conviennent le ralentissement et le coefficient d'extinction calculés. Ceux-ci, en effet, d'après les formules théoriques, sont, l'un, c'est-à-dire le ralentissement, en raison directe, et, l'autre, le coefficient d'extinction, en raison inverse, de la racine carrée de la durée de vibration ou de la racine carrée de la longueur d'onde; et ils deviendraient, par suite, le premier, bien plus sensible, mais, le second, bien plus faible, si on les évaluait pour des ondes aussi longues que l'intumescence entière, à laquelle MM. Violle et Vauthier ont effectivement reconnu beaucoup plus de *longévité* ou de persistance qu'aux sons accessoires qui l'accompagnent au début.

» II. Ainsi, les désaccords sont plus apparents que réels, malgré la portée restreinte ou le défaut de généralité des formules. Néanmoins, il y avait évidemment lieu de reprendre le problème au point de vue théorique, en attribuant aux condensations et aux vitesses successivement produites sur une même section quelconque, des expressions non plus pendulaires par rapport au temps, mais affectées d'une fonction arbitraire, propre à représenter les diverses successions possibles de pressions ou de déplacements directement réalisables près de l'entrée du tuyau. Tel est l'objet du Mémoire résumé ici (¹).

» Une question assez analogue d'ondes liquides, mais plus simple, celle de l'extinction graduelle d'une intumescence, d'une onde solitaire par exemple, le long d'un canal, par les frottements produits surtout près du fond et des bords, pouvait suggérer la méthode à suivre; je l'avais traitée au § II (nos 9 à 19) d'un *Complément* à ma *Théorie des eaux courantes*, publié en octobre 1878 dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (t. IV; *voir* les p. 347 à 366). Là aussi, les principales résistances au mouvement sont localisées dans une mince couche contiguë aux parois, où les vitesses varient très rapidement, sur une épaisseur insensible, depuis la valeur zéro maintenue constamment sur la face extérieure, jusqu'aux valeurs complètes relatives à l'intérieur de la masse fluide et réalisées déjà sur l'autre face de la couche, valeurs pouvant être une fonction arbitraire donnée du temps. Les vitesses et les frottements, dans l'épaisseur de cette

(¹) Sa longueur ne permettant pas de l'insérer aux *Comptes rendus*, il paraîtra prochainement dans le *Journal de Physique théorique et appliquée*

couche, s'expriment par des intégrales définies simples, prises de zéro à l'infini, mais dont malheureusement la sommation, possible à la rigueur après spécification de la fonction arbitraire, ne paraît effectuable sous forme finie que dans peu de cas, parmi lesquels le plus simple peut-être est celui de mouvements pendulaires. D'ailleurs, le serait-elle toujours, que l'utilisation de ses résultats exigerait encore une connaissance assez précise, théorique ou expérimentale, de la forme affectée par chaque variété d'ondes, forme dont dépendent les circonstances cherchées de la propagation. De là une grande difficulté pour calculer l'affaiblissement graduel des intumescences. Mais du moins, quand il s'agit d'une onde solitaire, dont le profil, éminemment stable pour chacune des valeurs successives décroissantes de l'énergie totale, se trouve représentée par une fonction *toujours la même* d'une variable à expression monôme par rapport à l'abscisse et à la hauteur ou à l'énergie totale de l'onde, le lent décroissement de cette hauteur ou de cette énergie se détermine facilement, à l'exception d'un facteur constant dans le calcul duquel reste incluse toute la difficulté de la quadrature ineffectuée.

» Or, au contraire, les ondes aériennes condensées se propageant le long d'un tuyau ne tendent, avant leur extinction, vers aucune forme commune. Aussi, quoique une double application de la formule d'Analyse, à intégrale définie simple, utilisée dans le cas des ondes liquides, permette d'y exprimer, d'une part, les frottements successifs de la paroi, avec les vitesses réalisées dans la couche contiguë, d'autre part, les densités propres à cette couche, et ensuite de former les équations de mouvement des tranches gazeuses normales à l'axe, d'évaluer les vitesses de propagation des divers éléments de masse de l'intumescence, etc., il n'y a guère que les circonstances générales de sa déformation et de son extinction qui puissent facilement se reconnaître sur les formules. Les principales de ces circonstances, bien d'accord avec les résultats de l'observation, consistent dans un aplatissement et un allongement indéfinis de l'onde, du moins après une première période assez courte où son *sommet* s'est rapidement (s'il y avait lieu) rapproché de son *front*, c'est-à-dire de sa face antérieure, qui reste d'ailleurs très sensiblement plane à toutes les distances de l'extrémité de départ.

» La théorie indique, de plus, entre le coefficient d'extinction et le ralentissement causé par la paroi, une relation approximative, à laquelle les expériences, tant de Regnault que de MM. Violle et Vauthier, apportent une certaine confirmation : le produit mutuel de ces deux quantités et du

carré du diamètre du tuyau égale environ 0,00004 (les unités de longueur et de temps étant le mètre et la seconde); en sorte qu'on peut, du coefficient d'extinction directement mesurable, déduire le ralentissement.

» III. La condensation moyenne γ du gaz, à l'époque t et sur la section normale σ, à contour χ, dont x désigne l'abscisse, se trouve régie, dans ses variations successives, par l'équation aux dérivées partielles, du premier ordre en t,

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{d\gamma}{dt} + a\frac{d\gamma}{dx} + \frac{d}{dx}\left[\frac{m+1}{4}a\,\varphi(x-at)^2 - \frac{\varepsilon_1}{2\rho}\frac{d\varphi(x-at)}{dx}\right.\\ &\qquad\qquad\left. - \mu\frac{\chi}{\sigma}\sqrt{\frac{a}{\pi}}\int_0^\infty \varphi(x-at+\beta^2)\,d\beta\right] = 0, \end{aligned}\right.$$

où a est la vitesse du son à l'air libre, $\varphi(x-at)$ l'expression de γ à une première approximation, m le rapport (1, 4) des deux capacités calorifiques du gaz, ρ la densité primitive de celui-ci, ε_1 un coefficient d'imparfaite fluidité autre que celui, ε, de frottement intérieur, enfin, μ, l'expression

$$\mu = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} + \left(\sqrt{m} - \frac{1}{\sqrt{m}}\right)\sqrt{\frac{k}{\rho C}} = 0,0058 \text{ environ},$$

k, C désignant le coefficient de conductibilité du gaz et sa capacité calorifique à volume constant.

» Dès que l'onde a effectué un trajet suffisant pour s'être passablement affaiblie, la quantité entre parenthèses de (1) devient réductible à son dernier terme, en μ.

» Si, alors, on appelle ξ_1 la valeur de $x - at = \xi$ qui correspond au maximum de l'expression *actuelle* $\varphi(\xi)$ de γ, le maximum de γ (*sommet*, en quelque sorte, de l'onde) se propage avec une vitesse ω moindre que a de la quantité

$$(2)\qquad a - \omega = \mu\sqrt{\frac{a}{\pi}}\frac{\chi}{\sigma}\int_0^\infty \frac{\varphi''(\xi_1+\beta^2)}{\varphi''(\xi_1)}\,d\beta;$$

et il décroît actuellement, le long d'un chemin x, comme l'exponentielle e^{-mx}, où le coefficient d'extinction m aurait la valeur

$$(3)\qquad m = \frac{\mu}{a}\sqrt{\frac{a}{\pi}}\frac{\chi}{\sigma}\int_0^\infty \frac{-\varphi'(\xi_1+\beta^2)}{\varphi(\xi_1)}\,d\beta.$$

» Quand l'intumescence, ou, du moins, sa partie antérieure comprise

entre le front et le sommet, affecte une forme simple (à une seule inflexion en avant du sommet) exprimée approximativement, à un facteur près lentement variable, par l'équation

$$(4)\qquad \varphi(\xi) = \frac{c^2}{c^2+\xi^2},$$

où c est un paramètre (lentement variable aussi) en rapport avec la longueur apparente de l'onde, il vient pour valeurs *actuelles* du *retard* ou *ralentissement* $a-\omega$ et du *coefficient d'extinction* m relatif au sommet,

$$(5)\qquad a-\omega = \frac{3\mu}{16}\sqrt{\frac{\pi a c}{2}}\,\frac{\chi}{\sigma},\qquad m = \frac{\mu}{4}\sqrt{\frac{\pi}{2ac}}\,\frac{\chi}{\sigma};\qquad \text{d'où}\qquad m(a-\omega) = \frac{3\pi\mu^2}{128}\,\frac{\chi^2}{\sigma^2}.$$

» L'énergie totale de l'onde, représentée par l'intégrale $\rho a^2 \sigma \int_{-\infty}^{\infty} \gamma^2\, dx$, décroît plus lentement que le carré du maximum ou que l'exponentielle e^{-2mx}; car elle varie comme $e^{-m\sqrt{2}x} = e^{-2mx} e^{(2-\sqrt{2})mx}$, s'il s'agit, du moins, d'une époque où l'on puisse admettre que toute l'intumescence (et non pas seulement sa partie antérieure) accepte à peu près l'équation (4).

» Les valeurs de γ diminuent donc, en moyenne, moins vite que la plus forte d'entre elles; ce qui indique une augmentation de la longueur apparente de l'onde, propre à compenser, en grande partie, l'abaissement du maximum. On doit, en effet, pouvoir attribuer approximativement à l'intumescence une longueur sensible totale (tant à l'arrière qu'à l'avant du sommet), proportionnelle au quotient de l'énergie par le carré du maximum de γ : or, cette longueur *totale*, ainsi appréciée, variera ici comme l'exponentielle

$$e^{(2-\sqrt{2})mx} = e^{0,586\, mx}.$$

» Par conséquent, l'onde paraît s'allonger, mais moins vite qu'elle ne s'abaisse.

» Si le tuyau est circulaire, de diamètre D, la dernière formule (5), où il faut poser alors $\chi = \pi D$, $\sigma = \frac{1}{4}\pi D^2$, devient

$$(6)\qquad m(a-\omega) = \frac{3\pi\mu^2}{8D^2} = (\text{environ})\,\frac{0{,}0000396}{D^2}\quad \text{ou}\quad \frac{0{,}00004}{D^2}.$$

» Avec la valeur $m = 0{,}0000866$, obtenue par MM. Violle et Vauthier, pour un tuyau de $0^m,7$ de diamètre (où ils ont trouvé en outre $\omega = 330^m,33$, après réduction à la température de $0°$ et à un état hygrométrique nul), cette relation donne $a-\omega = 0^m,94$, valeur du même ordre que les diffé-

rences respectives des vitesses de propagation constatées par ces physiciens ou antérieurement par Regnault, dans des tuyaux de divers calibres. On en déduit $a = 330^m,33 + 0^m,94 = 331^m,3$ environ, pour la vitesse du son dans l'air libre, sec et à la température de 0° C. »

CHIMIE. — *Sur une combinaison volatile de fer et d'oxyde de carbone, le fer-carbonyle, et sur le nickel-carbonyle;* par M. M. BERTHELOT.

I. — *Fer-carbonyle.*

« 1. J'ai observé que le fer, pris dans un état particulier, a la propriété de se combiner directement et à froid avec l'oxyde de carbone, pour former un composé très volatil.

» Cet état du fer se réalise en réduisant par l'hydrogène, lentement et à la plus basse température possible, le peroxyde de fer précipité, puis lavé et desséché avec précaution. On peut aussi préparer le fer en décomposant, par la chaleur, l'oxalate ferreux, et en complétant la réduction par l'hydrogène.

» La réaction de l'oxyde de carbone sur le fer, pris dans cet état, a lieu surtout vers 45°. Le gaz qui sort de l'appareil est chargé d'une vapeur ferrugineuse. On le lave à l'eau pure, puis on le fait passer dans un tube effilé, à la pointe duquel on l'enflamme; la couleur de la flamme est beaucoup plus éclatante que celle de l'oxyde de carbone, et va jusqu'au blanc, avec spectre caractéristique. Si l'on écrase cette flamme sur une soucoupe de porcelaine, celle-ci se recouvre de petites taches légères, constituées par du fer, plus ou moins oxydé par le contact de l'air. Une goutte d'acide chlorhydrique les dissout aussitôt, et une gouttelette de ferrocyanure fournit un abondant précipité de bleu de Prusse.

» En dirigeant le gaz à travers un tube de verre étroit chauffé au rouge, comme dans l'appareil de Marsh, il laisse déposer la plus grande partie du fer qu'il contient sous forme d'un anneau métallique (renfermant un peu de carbone). J'ai l'honneur de mettre quelques-uns de ces tubes sous les yeux de l'Académie. Le fer ainsi précipité, soit dans un tube, soit sur une soucoupe, se dissout dans l'acide chlorhydrique étendu et manifeste alors ses propriétés ordinaires, la formation du bleu de Prusse, par exemple.

» Le gaz oxyde de carbone chargé de cette vapeur ferrugineuse, si l'on y verse une goutte d'acide chlorhydrique concentré, produit du chlorure de fer, que le contact de l'air rend précipitable par le cyanoferrure. Si on

le conserve dans des flacons en partie remplis d'eau aérée, il éprouve une oxydation lente, qui en sépare, au bout de quelques jours, le fer sous la forme de sesquioxyde.

» Ces résultats mettent en évidence l'existence d'une combinaison spéciale de fer et d'oxyde de carbone, le *fer-carbonyle*.

» La proportion du composé ainsi formé est d'ailleurs très faible; et je n'ai pas encore réussi à le condenser séparément. Mais son existence n'en est pas moins facile à constater : j'en poursuis l'étude, ainsi que celle des réactions analogues de l'oxyde de carbone sur divers métaux.

II. — *Nickel-carbonyle.*

» Le fer-carbonyle est analogue au nickel-carbonyle, remarquable composé découvert par MM. Mond, Lang et Quincke [1].

» Je vais examiner la stabilité et les décompositions propres de ce dernier corps, les réactions qu'il éprouve de la part de l'oxygène, de l'acide sulfurique, de l'ammoniaque et de quelques autres gaz, spécialement du bioxyde d'azote.

» *Stabilité et décomposition propre.* — Je rappellerai que le nickel-carbonyle est liquide et bout vers 46°. Il possède une tension de vapeur considérable, voisine d'un quart d'atmosphère vers 16° : ce qui permet de l'étudier dans l'état gazeux, en le vaporisant au sein d'une atmosphère d'azote. Si l'on dépose une goutte du corps bien sec sur une baguette de verre, il s'évapore rapidement; tandis que la partie non volatilisée forme de petits cristaux, produits sans doute par le froid de l'évaporation et qui ne tardent pas à disparaître à leur tour. A la température ordinaire, il est stable et ne possède aucune tension sensible de dissociation : du moins j'ai conservé pendant un mois sur le mercure, à une température voisine de 16°, un mélange gazeux renfermant 74 volumes d'azote et 26 volumes de nickel-carbonyle, sans aucun indice de décomposition, ni changement dans les rapports des deux gaz. On le conserve également inaltéré sous une couche d'eau, dans un flacon bien rempli, *pourvu qu'il n'y pénètre aucune trace d'air;* sinon, il s'oxyde, comme il sera dit plus loin.

» Sa décomposition a lieu suivant deux modes différents. Lorsqu'on fait passer un gaz inerte chargé de vapeur de nickel-carbonyle dans un tube fortement chauffé, le composé se résout en nickel et oxyde de carbone, comme l'ont observé MM. Mond et consorts. Ils ont reconnu aussi que,

---

(1) *Journal Chem. Soc.*, t. LVII, p. 749; 1890.

si l'on chauffe brusquement le corps au-dessus de 70°, il détone. Mais cette détonation n'est pas violente, comparée à celle des composés nitriques, et, ce qui est caractéristique, elle ne régénère pas uniquement du nickel et de l'oxyde de carbone. En fait, il se produit toujours une certaine dose d'acide carbonique et de carbone, comme on le constate en traitant les produits par l'acide chlorhydrique. C'est même cette production qui détermine la détonation. En effet, on ne comprendrait guère comment un corps formé vers 30° par synthèse directe, c'est-à-dire avec dégagement de chaleur, pourrait régénérer ses composants : oxyde de carbone et nickel, dans leur état primitif (¹), quelques degrés plus haut, par une décomposition exothermique. Au contraire, la décomposition de l'oxyde de carbone en acide carbonique et charbon

$$2CO = CO^2 + C,$$

régénérant 12 grammes de carbone amorphe, dégage

$$97,6 - 58,8 = +38^{Cal},8;$$

pour les 4CO qui entrent dans la composition du nickel-carbonyle, cela fait $+77^{Cal},6$. Il suffit que la chaleur dégagée dans l'union directe de l'oxyde de carbone et du nickel soit inférieure à cette quantité, pour que le composé puisse détoner, non en vertu d'une simple régénération de ses composants, mais par une combustion interne : précisément comme l'oxalate d'argent, et l'acide formique lui-même, dans mes anciennes expériences. La réaction explosive est donc celle-ci (²) :

$$C^4O^4Ni = 2CO^2 + 2C + Ni.$$

Si le phénomène était provoqué par le choc d'un agent détonateur énergique, tel que le fulminate de mercure, la réaction précédente serait sans doute la seule. Mais, dans une réaction plus lente, effectuée à plus basse température, une partie plus ou moins considérable du nickel-carbonyle peut être décomposée simultanément en oxyde de carbone et nickel, aux dépens de la chaleur dégagée par la transformation d'une autre partie.

» Passons à l'étude des réactions du nickel-carbonyle. Ces réactions sont déterminées, en général, par les affinités propres du nickel, qui tend

---

(¹) A moins d'un changement isomérique dans l'état du nickel.

(²) Sans préjudice de la formation possible d'un carbure de nickel.

à s'oxyder, à se sulfurer, etc. Quand elles s'opèrent lentement et à basse température, elles donnent lieu à des composés complexes, renfermant du carbone et comparables aux dérivés des radicaux organo-métalliques. Toutefois une portion du carbone se sépare en général à l'état d'oxyde de carbone (et, dans certains cas, d'acide carbonique) : ce qui semble indiquer que le véritable radical ne serait pas le nickel-carbonyle, mais un dérivé moins condensé de l'oxyde de carbone.

» Avant d'exposer ces faits, signalons quelques propriétés du nickel-carbonyle, qui sont mises en jeu dans l'analyse des mélanges gazeux dont il fait partie. Ce composé n'est absorbé sensiblement ni par l'eau, ni par les solutions acides ou alcalines étendues, ni par le chlorure cuivreux acide. Ses vrais dissolvants sont les carbures d'hydrogène, spécialement l'essence de térébenthine, qui permet de le doser dans un mélange.

» *Action de l'oxygène.* — Le nickel-carbonyle, mêlé d'oxygène ou d'air, brûle ou détone au contact d'un corps en ignition, suivant les proportions relatives. La détonation du nickel-carbonyle sec mélangé d'oxygène peut même avoir lieu sans inflammation préalable, par exemple en agitant vivement ce mélange dans une éprouvette, sur le mercure.

» Ce même mélange gazeux, conservé en présence d'un peu d'eau, donne lieu à un phénomène d'oxydation lente, avec formation d'un précipité gélatineux, d'une teinte blanchâtre en petite quantité, mais qui prend en masse une couleur verdâtre. Ce composé renferme du nickel, de l'oxygène, de l'eau et une certaine dose de carbone combiné. Quand on le chauffe, il noircit, une partie de ce carbone se séparant en nature. En même temps que l'oxyde complexe ci-dessus prend naissance, il se régénère à froid une certaine dose d'oxyde de carbone.

» Une réaction du même genre s'effectue, si l'on conserve le nickel-carbonyle liquide et sec dans un flacon où l'air puisse pénétrer; le composé se détruit peu à peu en formant d'abord un oxyde verdâtre et finalement une matière noire, résultant d'une destruction plus profonde. Ces phénomènes ont lieu avec l'air ordinaire, c'est-à-dire humide; mais les mêmes réactions s'observent également dans un flacon où l'air ne peut pénétrer qu'au travers d'un petit tube, contenant de la potasse en morceaux qui le dessèche complètement. Seulement l'oxyde produit dans le flacon avec l'air sec est jaune châtain, au lieu d'être verdâtre; probablement parce qu'il est anhydre.

» Si l'on garde le nickel-carbonyle liquide sous une couche d'eau, sans exclure cependant l'air, son oxydation est très ralentie, mais non em-

pêchée. L'oxyde qui se forme ainsi peu à peu est, comme il a été dit, un composé complexe, qui se décompose avec production de charbon (et de métal) lorsqu'on le chauffe au rouge sombre. Dans la formation de ce composé, le nickel-carbonyle se comporte, je le répète, comme un véritable radical composé, analogue aux radicaux organométalliques et aux dérivés métalliques de l'acétylène.

» Mais le groupement ainsi réalisé manque de stabilité, ainsi que le montre la réaction du nickel-carbonyle sur l'acide sulfurique, lequel tend à l'oxyder et à s'unir à l'oxyde produit. Au contact de l'acide sulfurique concentré en effet, le nickel-carbonyle sec détone, avec flamme, après quelques instants.

» Si l'on maintient en contact avec le même réactif de l'azote chargé de vapeur de nickel-carbonyle, il se produit une réaction régulière, qui commence aussitôt, mais exige plusieurs heures pour s'accomplir. Le volume du nickel-carbonyle est remplacé par un volume quadruple, le nickel demeurant oxydé et dissous dans l'acide sulfurique (partiellement réduit) :

$$C^4O^4Ni = 4CO + Ni.$$

» La potasse concentrée n'a pas d'action apparente.

» Le gaz ammoniac pur n'agit pas sur le nickel-carbonyle, du moins immédiatement. Mais, si l'on ajoute un peu d'oxygène, il se développe aussitôt des fumées. Si on laisse l'oxygène agir peu à peu, il se forme un dépôt blanchâtre, de composition complexe, et que la chaleur détruit en le noircissant.

» Plusieurs gaz agissent à froid sur la vapeur du nickel-carbonyle mélangée d'azote. Ainsi l'hydrogène sulfuré en précipite rapidement un sulfure noir. L'hydrogène phosphoré produit peu à peu un dépôt noir et miroitant. Je ne parlerai pas du chlore, ni du brome, qui détruisent aussi le nickel-carbonyle, comme MM. Mond, Lang et Quincke l'ont observé. Les affinités du nickel et le peu de stabilité du composé expliquent toutes ces réactions.

» Le gaz qui produit les réactions les plus curieuses est le bioxyde d'azote.

» En effet, si on mélange le bioxyde d'azote avec du nickel-carbonyle vaporisé dans l'azote, ou bien si on le fait arriver dans du nickel-carbonyle liquide, il se produit aussitôt des fumées bleues, qui remplissent tout le vase; l'expérience est des plus belles. Ces fumées se déposent peu à peu.

L'addition d'une nouvelle dose de bioxyde d'azote les reproduit, même lorsque le volume initial du bioxyde d'azote est quadruple de celui du nickel-carbonyle gazeux. Le mélange gazeux qui subsiste renferme à la fois du bioxyde d'azote en excès, de l'oxyde de carbone et une combinaison nickelée en vapeur, distincte de la première et qui n'en représentait que le tiers du volume environ, dans une expérience. Elle est distincte, parce qu'elle coexiste avec un excès de bioxyde, lequel attaque au contraire aussitôt le nickel-carbonyle. Mais, si l'on fait arriver dans ce mélange, devenu stable, de l'oxygène, il se produit aussitôt de la vapeur nitreuse et d'épaisses fumées opaques. En réduisant l'oxygène à quelques bulles, on voit se précipiter le nickel sous la forme d'un nouveau composé bleu, différent du premier. Ces composés bleus, de constitution complexe, sont très caractéristiques.

» En résumé, l'oxyde de carbone a la propriété de s'unir à froid avec le nickel, avec le fer et, sans doute, avec d'autres métaux pris dans un état particulier. Il forme ainsi un ordre de composés spéciaux, analogues aux radicaux métalliques composés, et notamment à ceux qu'engendrent l'acétylène et les carbures polyacétyléniques, en s'unissant au potassium et à d'autres métaux. Ces composés sont susceptibles d'oxydation et d'autres réactions, dans lesquelles il se forme des combinaisons organiques complexes, comparables à celles des radicaux métalliques composés. L'oxyde de carbone se comporte donc, à cet égard, comme les carbures d'hydrogène. On doit aussi rapprocher de ces combinaisons les acides rodizonique et croconique, qui sont aussi des dérivés condensés de l'oxyde de carbone uni aux métaux alcalins; et il paraît probable qu'une étude plus approfondie établira des liens nouveaux entre tous ces composés.

» A un autre point de vue, la combinaison du fer avec l'oxyde de carbone joue sans doute un rôle dans diverses réactions observées en métallurgie, telles que la précipitation du carbone de l'oxyde de carbone au contact du fer, observée par M. Gruner; la formation de bulles gazeuses au sein du fer ramolli, observée par M. Cailletet, etc. Certains transports de matière, observés soit dans les caisses de cémentation, soit dans les fours Siemens, se rattachent également à l'existence de composés ferrugineux volatils de cette nature.

» On voit ainsi apparaître sous des formes nouvelles l'aptitude caractéristique de l'oxyde de carbone, en tant que composé incomplet, à contracter des combinaisons lentes et à former des combinaisons condensées : aptitude déjà manifestée dans l'action propre de la chaleur sur ce gaz,

avec ou sans dépôt de charbon, et plus encore dans mes synthèses d'acide formique et de carbures d'hydrogène. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites à Écorchebœuf, près Dieppe (Seine-Inférieure), de 1873 à 1882*; par M. **J. Reiset**.

« La station météorologique d'Écorchebœuf a été établie, en 1872, d'après les indications de M. Ch. Sainte-Claire Deville, en même temps que je commençais mes *Recherches sur la proportion de l'acide carbonique dans l'air*. L'abri, du modèle adopté par le Bureau central météorologique, est installé vers la limite nord d'une pelouse située à 150 mètres au nord-ouest du château; l'horizon est complètement dégagé du côté du nord. Le baromètre est un Fortin construit par Tonnelot; les thermomètres sont de Baudin; le pluviomètre est du modèle de l'Association scientifique.

» Les observations ont été poursuivies sans lacune pendant une période de dix années, de 1873 à 1882; elles ont été interrompues en avril 1883 par la mort de l'observateur; toutefois, on continue à observer la pluie. La pression atmosphérique, la température et l'état hygrométrique de l'air ont été observés trois fois par jour, à 7^h m., 1^h s. et 7^h s.; le pluviomètre est relevé une fois par jour, à 9^h m. La direction du vent ou celle des nuages inférieurs a été également notée une fois par jour, à 9^h m.

» La pression barométrique moyenne, déduite des trois observations, de 1873 à 1882, est de $752^{mm},1$. Le baromètre étant placé à 100^m, la correction d'altitude, pour une température extérieure de 9°, est de $9^{mm},2$, en sorte que la pression ramenée au niveau de la mer est de $761^{mm},3$. La pression la plus élevée, $775^{mm},9$, a été observée les 17 et 18 janvier 1882; la plus faible, $715^{mm},7$, le 19 novembre 1880; l'oscillation extrême du baromètre est donc de $60^{mm},2$. Les extrêmes absolus annuels (minima et maxima) s'observent toujours pendant la saison froide.

» La température moyenne des trois observations est de $9^\circ,7$. Si l'on admet que cette série donne, comme à Sainte-Honorine-du-Fay (Calvados), un excès de $0^\circ,7$ sur la moyenne des 24 heures, la moyenne vraie, à Écorchebœuf, serait de $9^\circ,0$. Pour une élévation de 100^m, la correction d'altitude est de $+ 0^\circ,6$; ramenée au niveau de la mer, la température moyenne serait ainsi de $9^\circ,6$.

» Nous avons un contrôle de l'exactitude de ce nombre par les résultats

recueillis, d'une façon indépendante, aux thermomètres à maxima et à minima. La moyenne de cette seconde série est de 9°,4; or, il résulte de nombreuses comparaisons que cette moyenne est supérieure à celle des 24^h de 0°,4 environ. En appliquant cette correction, la moyenne vraie serait encore, comme précédemment, de 9°,0 ou de 9°,6 au niveau de la mer.

» Les maxima dépassent rarement 30°; en 1886, le thermomètre ne s'est pas élevé au-dessus de 26°,6; la plus haute température, 33°,6, a été observée le 8 août 1873. La température la plus basse qui ait été notée pendant la période est de —16°,5, le 15 janvier 1881; dans l'hiver si rigoureux de 1879-1880, le thermomètre est descendu seulement à — 13°,0, mais les froids ont été beaucoup plus prolongés.

» On compte en moyenne 52 jours de gelée. Ce nombre est très variable; tandis qu'il s'élève à 74 en 1879-1880, on a constaté seulement 34 gelées en 1876-1877.

» L'état hygrométrique de l'air résulte d'observations faites au psychromètre; il n'a pas été tenu compte des cas où la température était au-dessous de 0°. La fraction de saturation est représentée en moyenne annuelle par 0,82; la moyenne mensuelle descend à 0,77 en mai, mois le plus sec, pour s'élever à 0,89 en décembre.

» La hauteur moyenne annuelle d'eau tombée est de 903^{mm},6. L'année la plus humide est 1882, qui a donné 1144^{mm},6; la plus sèche, 1873, où on a recueilli 693^{mm},9. Envisagée au point de vue de sa distribution dans le cours des saisons, la pluie présente un minimum au printemps; les totaux mensuels croissent ensuite à peu près régulièrement et passent par un maximum en novembre; l'automne est ainsi la saison la plus pluvieuse; c'est également en cette saison que le nombre des jours de pluie est le plus grand. On compte, en 10 ans, 18 journées ayant fourni plus de 25^{mm} d'eau; la plus forte pluie recueillie est celle du 18 septembre 1876, qui a atteint 50^{mm}.

» On n'a noté que les huit directions principales du vent. Le sud-ouest domine nettement pendant chacune des années prises séparément; il souffle en moyenne 29 fois sur 100. Viennent ensuite le sud (19 sur 100), l'ouest-sud-ouest et le nord (12 sur 100). Les vents soufflent rarement d'entre sud-est et nord-est. La prédominance des vents du sud-ouest se retrouve pendant tous les mois de l'année, sauf en janvier, où souffle plus fréquemment le vent du sud. Les vents d'entre sud-est et nord-est, qui sont en minorité bien marquée en toutes saisons, sont particulièrement rares pendant la saison chaude, où la proportion s'abaisse à 2 pour 100.

» On compte en moyenne 22 orages par an. L'été est naturellement l'époque qui correspond au maximum de fréquence des manifestations orageuses ; mais on en rencontre quelques-unes dans tous les mois de la saison froide ; c'est en février et en mars qu'on en observe le moins.

» Les résultats des observations sont donnés dans les deux Tableaux suivants ; les éléments météorologiques y sont résumés pour chaque année et pour la moyenne de chaque mois.

TABLEAU I. — *Résumé des observations par année* (1873-1882).

Années.	Baromètre. Moy. des 3 obs.	Baromètre. Max. absolus.	Baromètre. Min. absolus.	Température. Moy. des 3 obs.	Température. Moy. des min. et max.	Température. Max. absolus.	Température. Min. absolus.	Jours de gelée.	Moy. de 7 h. m. et 1 h. s.	Pluie. Hauteurs d'eau.	Pluie. Jours de pluie.	Vent domi-nant.	Jours d'orage.
	mm	mm	mm	o	o	o	o			mm			
1873	752,4	768,6	719,9	9,6	9,3	33,6	— 4,8	47	81	693,9	166	SO	20
1874	753,1	769,4	724,0	10,1	9,7	31,5	—12,6	46	79	766,8	150	SO	16
1875	753,0	768,2	722,5	9,7	9,4	28,8	—11,5	54	82	811,4	151	SO	21
1876	750,9	769,0	719,4	10,2	9,8	32,8	—11,0	51	82	925,3	159	SO	21
1877	751,4	769,9	726,8	10,2	9,8	29,0	— 4,5	29	82	1013,3	181	SO	16
1878	751,6	769,7	727,8	10,0	9,7	28,3	— 8,8	57	83	1074,1	192	SO	31
1879	751,8	772,8	728,1	8,1	7,8	26,6	—13,0	86	84	738,9	158	SO	15
1880	752,7	770,1	715,7	10,1	9,8	27,0	— 9,0	49	83	969,7	151	SO	34
1881	752,0	769,2	726,6	9,3	8,9	30,6	—16,5	64	83	898,0	149	SO	19
1882	751,9	775,9	729,6	10,0	9,7	26,5	— 5,0	39	83	1144,6	172	SO	25
Moyennes	752,1	»	»	9,7	9,4	»	»	52	82	903,6	163	SO	22
Extrêmes	»	775,9	715,7	»	»	33,6	—16,5	»	»	»	»	»	»

TABLEAU II. — *Résumé des observations par mois.* — 1873-1882.

Mois.	Baromètre. Moy. des 3 obs.	Baromètre. Max. absolus.	Baromètre. Min. absolus.	Température. Moy. des 3 obs.	Température. Moy. des min. et max.	Température. Max. absolus.	Température. Min. absolus.	Jours de gelée.	Humidité. Moy. de 7 h. m. et 1 h. s.	Pluie. Hauteurs d'eau.	Pluie. Jours de pluie.	Vent domi-nant.	Jours d'orages.
	mm	mm	mm	o	o	o	o			mm			
Janvier	755,2	775,9	719,9	3,2	3,0	14,0	—16,5	13	88	62,7	12	S	1
Février	752,4	773,5	728,1	4,4	4,2	15,5	— 7,7	10	86	56,6	13	SO	0
Mars	752,1	769,4	721,4	6,3	6,2	21,0	— 4,5	7	80	56,0	12	SO	0
Avril	749,4	766,1	728,2	8,8	8,5	24,6	— 1,5	2	78	56,0	13	SO	2
Mai	752,8	767,8	736,6	11,2	10,5	29,0	— 0,6	1	77	55,6	11	SO	2
Juin	752,4	764,5	737,1	15,0	14,2	29,0	4,0	0	79	73,5	13	SO	4
Juillet	752,8	764,4	738,0	16,8	16,1	31,5	6,9	0	78	72,0	13	SO	3
Août	751,7	762,9	737,9	16,7	16,3	33,6	6,5	0	80	84,3	15	SO	4
Septembre	752,4	764,3	735,0	14,1	13,9	29,0	2,4	0	83	99,7	16	SO	3
Octobre	751,1	767,1	729.9	10,3	10,1	23,8	— 2,6	1	83	93,2	15	SO-S	1
Novembre	750,6	768,2	715,7	6,7	6,5	19,4	— 7,4	5	84	111,8	15	SO	1
Décembre	751,9	772,8	719,4	3,5	3,2	15,5	—13,0	13	89	82,2	15	SO	1
Moyennes ou totaux.	752,1	»	»	9,7	9,4	»	»	52	82	903,6	163	SO	22
Extrêmes	»	775,9	715,7	»	»	33,6	—16,5	»	»	»	»	»	»

» Tous les calculs résumés dans ces Tableaux ont été revisés sous la direction de M. Moureaux, à qui j'adresse mes meilleurs remerciements.

» Les observations d'Écorchebœuf contribueront, avec celles d'Hervé Mangon, à Brécourt, de M. Marchand, à Fécamp, de M. l'abbé Le Breton, à Sainte-Honorine-du-Fay, à fixer les particularités du climat du littoral de la Manche. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Surry-Montaut** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Thermopyromanomètre à base de mica; système Louis Damaze ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique Wolf, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Date 1891.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			h m	′ ″	
Juin 12......	*a* 8BD + 22°	9	−0.36,48	+0.35,9	6:6
12......	*a* 8BD + 22	9	−0.35,40	+0.42,7	6:6

Positions des étoiles de comparaison.

Date 1891.	Étoile.	Ascension droite moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 12....	*a* 8BD + 22°	0.4.29,69	+0,10	+22.15.36,9	−5,9	Rapportée à *b*
12....	*b* 4955BD + 22	0.1.26,09	»	+22.14. 8,8	»	W_2 (1318-19).

Positions apparentes de la comète.

Date 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 12.......	13.12.55	0.3.53,31	$\bar{1},619_n$	+22.16. 6,9	0,765
12.......	13.24.20	0.3.54,39	$\bar{1},615_n$	+22.16.13,7	0,756

» *Remarques.* — La comète est une nébulosité ronde, d'environ 20″ de diamètre, de grandeur 13,3 (en appelant 13,5 la grandeur des objets les plus faibles que montre l'instrument), avec condensation centrale stellaire qui ressort assez bien sur la nébulosité.

» L'étoile de comparaison *a*, dont la position est mal connue, a été rapportée avec l'équatorial à l'étoile *b* et par 6:4 comparaisons j'ai obtenu, pour étoile *a* — étoile *b* :

$$\Delta Æ = +3^m 3^s,60, \qquad \Delta \text{Ⓓ} = +1' 18'',1. »$$

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle planète Charlois (Nice, juin 11, 1891), faite à l'Observatoire de Paris, équatorial de la tour de l'Est;* par Mlle **D. Klumpke**, présentée par M. Mouchez.

Date 1891.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	Planète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Juin 12.......	16826 AO	9,0	$-15^s,68$	$+9'57'',7$	6:6

Position de l'étoile de comparaison.

Étoile.	Ascension droite moy. 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
16826 AO	$17^h 22^m 14^s,69$	$+1^s,95$	$-23^\circ 21' 1'',9$	$-5'',2$	4 Obs. de Paris.

Position apparente de la planète.

Date 1891.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Juin 12.....	$12^h 36^m 50^s$	$17^h 22^m 0^s,96$	$\bar{2},853$	$-23^\circ 11' 9'',4$	0,926

» *Remarque.* — Observation faite par angles de position et distances, et par un ciel extrêmement pur. »

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Soleil du 6 juin 1891 : observations faites à l'Observatoire de Lyon.* Note de MM. **Gonnessiat** et **Le Cadet**, présentée par M. Mouchez.

« Cette éclipse a été observée : par M. Gonnessiat (F. G.), à l'équatorial Brunner ($0^m,16$) avec un grossissement de 100; par M. Le Cadet (L. C.),

à l'équatorial coudé ($0^m,35$), diaphragmé à $0^m,20$, avec un grossissement de 150.

» Le vent soufflait du sud-ouest dans les régions supérieures, et les bords solaires étaient ondulants et peu nets.

» Voici les époques des contacts notées en temps moyen de Paris :

	F. G.	L. C.
Commencement..........	$5^h 29^m 28^s$	$5^h 29^m 29^s$
Fin.....................	$6^h 33^m 36^s$	$6^h 33^m 29^s$

» On a fait aussi une série de déterminations de l'angle de position de la corde commune aux deux astres.

» Le résultat de ces mesures est donné dans le Tableau suivant, dont chaque valeur est la moyenne de cinq pointés et a été corrigée de la réfraction :

F. G.		L. C.	
Temps moyen de Paris.	P.	Temps moyen de Paris.	P.
h m s	o	h m s	o
5.46.17	248,65	5.35.19	238,45
5.50.18	252,75	5.44.48	247,13
5.58.59	262,13	5.52. 5	254,63
6. 2. 0	265,53	6. 2.55	266,62
6.16.12	281,42	6.15.20	280,32
6.22.56	288,24	6.25.25	290,67
6.25.16	290,43		
6.32. 0	296,69		

» La présence d'une couche de cirrus et la proximité de l'horizon n'ont pas permis d'utiliser constamment les réseaux de toile métallique dont l'emploi donnait aux bords une assez grande netteté. M. Le Cadet seul en a fait usage pour l'observation du premier contact et de ses trois premières séries d'angles de position. Il a même dû supprimer le diaphragme de l'objectif pour l'observation de la dernière phase de l'éclipse. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf* (1884 III), *faites à l'Observatoire d'Alger, au télescope Foucault de* 0m,50; par MM. **Rambaud** et **Sy**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1891.	Étoiles de comparaison.		Grand.	✶ — ⋆. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comp.	Obs.
				m s	′ ″		
Mai 15.....	Weisse₁ 22h, no 1226	*a*	7	−0.57.42	−2.28.7	16:16	R.
15.....	»	*a*	»	−0.54.38	−2.10.9	16:16	S.
Juin 3.....	B. B. t. VI + 20, no 5373	*b*	9,2	−0.48.96	−4.40.6	4:4	R.
5.....	B. B. t. VI + 20, no 5397	*c*	9,2	−3.17.54	+2.52.4	8:8	R.
6.....	B. B. t. VI + 20, no 5400	*d*	8,3	−1.41.27	−5. 2.9	16:4	R.
6.....	»	*d*	»	−1.42.07	−5. 3.8	12:6	S.
8.....	Weisse₂ 23h, nos $\frac{1081-2-3}{3}$	*e*	»	+0.38.14	−9.37.6	14:14	R.
8	»	*e*	»	+0.40.71	−9.22.6	14:14	R.

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	22.59.43,93	−0,37	+15.59. 6,9	−9,9	W₁
b	23.43. 7,77	−0,06	+20.24.27,0	−7,4	B. B., t. VI
c	23.50.30,97	−0,04	+20.44.30,5	−7,0	B. B., t. VI
d	23.51.14,75	−0,02	+21. 5.10,0	−6,9	B. B., t. VI
e	23.53.33,15	+0,03	+21.34.52,1	−6,7	W₂

Positions apparentes de la comète.

Dates 1891.	Temps moyen d'Alger.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s			
Mai 15........	10.23.56	22.58.46,14	$\bar{1}$,678n	+15°56′28″,3	0,661
15........	14.55. 4	22.58.49,18	$\bar{1}$,658n	+15.56.46,1	0,636
Juin 3........	13.45. 3	23.42.18,75	$\bar{1}$,692n	+20.19.39,0	0,643
5........	15.20. 2	23.47.13,39	$\bar{1}$,604n	+20.47.15,9	0,533 (1)
6........	14.48. 2	23.49.33,46	$\bar{1}$,644n	+21. 0. 0,2	0,564
6........	14.40.44	23.49.32,66	$\bar{1}$,651n	+20.59.59,3	0,572
8........	13.10.22	23.54.11,32	$\bar{1}$,704n	+21.25. 7,8	0,666
8........	13.32.21	23.54.13,89	$\bar{1}$,697n	+21.25.22,8	0,632

(1) L'observation a été difficile à cause du crépuscule.

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Soleil du 6 juin 1891, observée à l'Observatoire de la Société scientifique Flammarion, de Marseille.* Note adressée par M. **Jacques Léotard.**

Grandeur....... 0,13.

Entrée..........................	$5^h\,38^m\,37^s$	Heure nationale.
Sortie..........................	$6^h\,31^m\,13^s$	

En heure locale de Marseille.

Entrée observée....................................	$5^h\,50^m\,51^s$
D'après la *Connaissance des Temps*.................	$5^h\,50^m\,0^s$
Différence................	51^s
Sortie observée....................................	$6^h\,43^m\,27^s$
D'après la *Connaissance des temps*.................	$6^h\,44^m\,12^s$
Différence................	45^s

» Différence totale : $1^m\,36^s$ de moins dans l'observation que dans le calcul. Lunette de 160^{mm} d'objectif.

» Ces chiffres sont confirmés par les observations faites avec le 108^{mm} et le 75^{mm}.

» Observateurs : MM. Bruguière, Codde, Jacques Léotard, R. Guérin et Lemuet. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les deux formes sous lesquelles s'expriment, au moyen des fonctions thêta de deux arguments, les coordonnées de la surface du quatrième degré, décrite par les sommets des cônes du second ordre qui passent par six points donnés.* Note de M. **F. Caspary**, présentée par M. Hermite.

« Parmi les surfaces du quatrième degré, dont les coordonnées s'expriment au moyen des fonctions thêta de deux arguments, on connaît depuis longtemps les cyclides de M. Darboux et la surface de M. Kummer.

» A ces surfaces, M. Schottky (¹) a ajouté, il y a deux ans, celle qui est décrite par les sommets des cônes du second ordre qui passent par six points donnés en espace.

» Pour cette surface, examinée par Chasles, Weddle, MM. Cayley,

(¹) *Journal* de M. Kronecker, t. CV, p. 233.

Geiser, Darboux, Hierholzer, Reye, Hunyady et par moi, j'ai donné, en 1887, une nouvelle génération ([1]). En y appliquant les méthodes, exposées par moi antérieurement ([2]), j'ai été conduit, en vertu de la découverte importante de M. Schottky, à ce résultat que les coordonnées de ladite surface s'expriment, *de deux manières différentes,* au moyen des fonctions thêta de deux arguments.

» Une fois, ces coordonnées sont proportionnelles aux produits de *quatre* fonctions thêta, dont trois sont impaires et, l'autre fois, ces coordonnées sont proportionnelles aux produits de *trois* fonctions thêta, dont une seule est impaire.

» Voici le résumé de mes recherches, dont je communiquerai prochainement les détails, relatifs à la Géométrie et à la théorie des fonctions thêta.

» Si l'on désigne par E_j, F_j ($j = 1, 2, 3, 4$) des constantes, et par X_j les coordonnées de la surface dont il s'agit, son équation peut être représentée par

$$(\mathrm{I}) \qquad \begin{vmatrix} E_1F_1X_2X_3X_4 & X_1 & E_1 & F_1 \\ E_2F_2X_1X_3X_4 & X_2 & E_2 & F_2 \\ E_3F_3X_1X_2X_4 & X_3 & E_3 & F_3 \\ E_4F_4X_1X_2X_3 & X_4 & E_4 & F_4 \end{vmatrix} = 0.$$

» Cette égalité est remplie de deux manières; une fois, si l'on pose X_j, E_j, F_j proportionnels aux quantités x_j, e_j, f_j, définies par les expressions

$$(\mathrm{II}) \quad \left\{ \begin{array}{llll} x_1 : x_2 : x_3 : x_4 = c_{01}\vartheta_{01}.\vartheta_3\vartheta_{02}\vartheta_4 & : c_2\vartheta_2.\vartheta_1\vartheta_3\vartheta_{04} & : c_{03}\vartheta_{03}.\vartheta_1\vartheta_{02}\vartheta_{04} & : c_4\vartheta_4.\vartheta_1\vartheta_3\vartheta_{02}, \\ e_1 : e_2 : e_3 : e_4 = c_{01}c_0c_{23}c_{34} & : c_2c_5c_{12}c_{23} & : c_{03}c_0c_{12}c_{14} & : c_4c_5c_{14}c_{34} \quad , \\ f_1 : f_2 : f_3 : f_4 = c_{01}c_5c_{12}c_{14} & : c_2c_0c_{14}c_{34} & : c_{03}c_5c_{23}c_{34} & : c_4c_0c_{12}c_{23} \quad ; \end{array} \right.$$

et l'autre fois, si l'on pose X_j, E_j, F_j proportionnels aux quantités ξ'_j, ε'_j, φ'_j, définies ainsi

$$(\mathrm{III}) \quad \left\{ \begin{array}{llll} \xi'_1 : \xi'_2 : \xi'_3 : \xi'_4 = c_{01}g_1\vartheta_{12}\vartheta_{14}.\vartheta_{24} & : c_2g_2\vartheta_{13}\vartheta_{23}.\vartheta_{13} & : c_{03}g_3\vartheta_{23}\vartheta_{34}.\vartheta_{24} & : c_4g_4\vartheta_{14}\vartheta_{34}.\vartheta_{13}, \\ \varepsilon'_1 : \varepsilon'_2 : \varepsilon'_3 : \varepsilon'_4 = e_1g_1 & : -e_2g_2 & : e_3g_3 & : -e_4g_4 \quad , \\ \varphi'_1 : \varphi'_2 : \varphi'_3 : \varphi'_4 = f_1g_1 & : -f_2g_2 & : f_3g_3 & : -f_4g_4 \quad , \end{array} \right.$$

([1]) *Voir* mon Mémoire *Sur les cubiques gauches,* article 5 (*Bulletin* de M. Darboux, t. XI).
([2]) *Bulletin* de M. Darboux, t. XIII.

où

$$\text{(IV)} \quad \begin{cases} g_1 = c_{01} c_2 c_4 c_{12}, \\ g_2 = c_2 c_0 c_{01} c_{23}, \\ g_3 = c_{03} c_0 c_4 c_{23}, \\ g_4 = c_4 c_{01} c_{03} c_{34}. \end{cases}$$

» Dans ces expressions, j'ai écrit, pour abréger, ϑ_α, $\vartheta_{\alpha\beta}$ ($\alpha\beta = 0, 1, 2, 3, 4$) au lieu de $\vartheta_\alpha(u_1, u_2)$, $\vartheta_{\alpha\beta}(u_1, u_2)$, u_1, u_2 étant des arguments quelconques; et, de plus, j'ai désigné les valeurs constantes $\vartheta_\rho(0, 0)$, $\vartheta_\alpha(0, 0)$, $\vartheta_{\alpha\beta}(0, 0)$ par c_ρ, c_α, $c_{\alpha\beta}$.

» Pour démontrer les résultats proposés, je donne à l'équation (I) la forme

$$\text{(I*)} \quad \frac{\chi_1}{\chi_4} \frac{(\mathrm{EF}\chi)_{123}}{(\mathrm{EF}\chi)_{234}} = \frac{(\mathrm{E}\chi)_{12}}{(\mathrm{E}\chi)_{24}} \frac{(\mathrm{F}\chi)_{13}}{(\mathrm{F}\chi)_{34}},$$

où $(\mathrm{E}\chi)_{12}$, $(\mathrm{EF}\chi)_{123}$ désignent les mineurs $\mathrm{E}_1\chi_2 - \mathrm{E}_2\chi_1$, $\Sigma \pm \mathrm{E}_1\mathrm{F}_2\chi_3$, etc., et je fais usage des relations qui découlent du théorème établi par moi, dans le tome XCIV, page 77 du *Journal* de M. Kronecker. Au moyen de ce théorème, on trouve immédiatement les formules

$$\frac{\chi_1}{\chi_4} = \frac{c_{01}}{c_4} \frac{\vartheta_{01}}{\vartheta_4} \frac{\vartheta_{04}}{\vartheta_1}, \qquad \frac{(\mathrm{E}\chi)_{12}}{(\mathrm{E}\chi)_{24}} = -\frac{c_5}{c_{23}} \frac{\vartheta_{23}}{\vartheta_5} \frac{\vartheta_{04}}{\vartheta_1},$$
$$\frac{(\mathrm{EF}\chi)_{123}}{(\mathrm{EF}\chi)_{234}} = \frac{c_4}{c_{01}} \frac{\vartheta_4}{\vartheta_{01}} \frac{\vartheta_{04}}{\vartheta_1}, \qquad \frac{(\mathrm{F}\chi)_{13}}{(\mathrm{F}\chi)_{34}} = -\frac{c_5}{c_{23}} \frac{\vartheta_5}{\vartheta_{23}} \frac{\vartheta_{04}}{\vartheta_1},$$

et

$$\frac{\xi'_1}{\xi'_4} = \frac{g_1}{g_4} \frac{c_{01}}{c_4} \frac{\vartheta_{12}}{\vartheta_{34}} \frac{\vartheta_{24}}{\vartheta_{13}}, \qquad \frac{(\varepsilon'\xi')_{12}}{(\varepsilon'\xi')_{24}} = -\frac{g_1}{g_4} \frac{c_{23}}{c_5} \frac{\vartheta_2\vartheta_{12}}{\vartheta_3\vartheta_{13}},$$
$$\frac{(\varepsilon'\varphi'\xi')_{123}}{(\varepsilon'\varphi'\xi')_{234}} = \frac{g_1}{g_4} \frac{c_4}{c_{01}} \frac{\vartheta_2}{\vartheta_{03}} \frac{\vartheta_{02}}{\vartheta_3}, \qquad \frac{(\varphi'\xi')_{13}}{(\varphi'\xi')_{34}} = -\frac{g_1}{g_4} \frac{c_5}{c_{23}} \frac{\vartheta_{02}\vartheta_{24}}{\vartheta_{03}\vartheta_{34}},$$

qui mettent en évidence l'équation (I*), et, par conséquent aussi, l'équation (I).

» Les constantes e_γ, f_γ peuvent être mises sous la forme élégante

$$e_1 : e_2 : e_3 : e_4 = (1, 24) : (02, 24) : (3, 24) : (04, 24),$$
$$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 = (1, 13) : (02, 13) : (3, 13) : (04, 13),$$

où $(\alpha, \gamma\delta)$ et $(\alpha\beta, \gamma\delta)$ désignent les valeurs que prennent les déterminants

fonctionnels

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial \vartheta_\alpha}{\partial u_1} & \frac{\partial \vartheta_{\gamma\delta}}{\partial u_1} \\ \frac{\partial \vartheta_\alpha}{\partial u_2} & \frac{\partial \vartheta_{\gamma\delta}}{\partial u_2} \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{vmatrix} \frac{\partial \vartheta_{\alpha\beta}}{\partial u_1} & \frac{\partial \vartheta_{\gamma\delta}}{\partial u_1} \\ \frac{\partial \vartheta_{\alpha\beta}}{\partial u_2} & \frac{\partial \vartheta_{\gamma\delta}}{\partial u_2} \end{vmatrix} \quad (\alpha, \beta, \gamma, \delta = 0, 1, 2, 3, 4),$$

si l'on y pose, après la différentiation, $u_1 = 0$, $u_2 = 0$.

» Au lieu des coordonnées ξ'_γ on peut introduire, par une substitution linéaire, les coordonnées ζ_γ, définies par les expressions

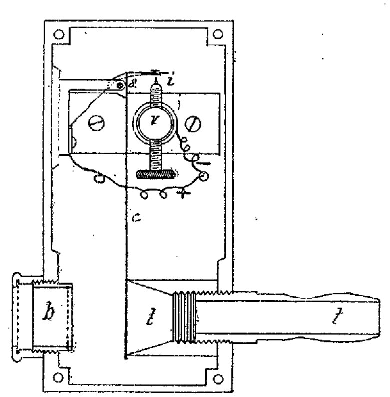
$$\text{(V)} \quad \xi_1 : \xi_2 : \xi_3 : \xi_4 = c_2 c_{12} \vartheta_2 \vartheta_{12} \vartheta_1 : -c_0 c_2 \vartheta_0 \vartheta_2 \vartheta_{02} : c_6 c_{03} \vartheta_0 \vartheta_{03} \vartheta_3 : -c_{03} c_{34} \vartheta_{03} \vartheta_{34} \vartheta_0$$

et liées avec les coordonnées χ_γ par la relation

$$\chi_1 \xi_1 + \chi_2 \xi_2 + \chi_3 \xi_3 + \chi_4 \xi_4 = 0. \text{ »}$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un avertisseur électrique permettant de constater dans un courant gazeux de très faibles variations de pression.* Note de MM. **G.** et **L. Richard**, présentée par M. Léauté.

« L'appareil très simple et de très petit volume que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie est destiné à accuser des dépressions très faibles dans un courant gazeux; il est d'une sensibilité extrême et peut, d'après les essais que nous avons faits, manifester des variations de pression exprimables par quelques centièmes de millimètre d'eau.



» Il se compose essentiellement d'une boîte métallique mise en communication par un tube t avec le conduit dans lequel passe le courant gazeux.

» Ce tube est obturé par un clapet c en métal léger mobile autour d'un axe a et équilibré de telle manière qu'au régime, ou lorsque la dépression

est inférieure à la limite pour laquelle l'avertisseur est réglé, il reste écarté du tube t et ferme en i un circuit électrique dans lequel est placée une sonnerie par exemple. Une boîte à ouate b empêche les poussières d'entrer dans le mécanisme.

» On conçoit alors comment fonctionne l'appareil; si une dépression se produit, le clapet c est attiré et vient fermer l'orifice du tube; le circuit i est ainsi ouvert et le courant ne passe plus.

» En faisant varier la position de l'ensemble par rapport à la verticale, on fait varier la position du disque par rapport au tube, la sensibilité se modifie en plus ou en moins et, au delà d'un certain point, on a un avertisseur d'augmentation de pression.

» Ces dispositifs sont susceptibles d'applications industrielles, et, en particulier, ils peuvent être mis en relation avec les conduits de fumée ou de ventilation pour indiquer les refoulements qui s'y produisent quelquefois; ils présentent aussi un réel intérêt pour les poêles à combustion lente. Nous ne parlons pas de ceux dont le conduit de fumée est tellement petit qu'ils brûlent pour ainsi dire sous pression, mais bien de ceux dont le tuyau est d'un diamètre assez large pour assurer, en marche normale, un vide dans le foyer.

» Lorsqu'il s'agit de ces derniers, il est souvent utile de compléter l'avertisseur par un interrupteur automatique évitant que les courants d'une durée trop faible passent par la sonnerie. Sans cette précaution, en raison même de l'extrême sensibilité de l'appareil, l'ouverture ou la fermeture des portes ou fenêtres pourrait amener de courts arrêts de tirage qui feraient tinter la sonnerie sans qu'il y ait aucun danger.

» Pour obtenir ce résultat, nous intercalons dans le circuit, convenablement divisé, un électro-aimant qui attire un barreau de fer doux actionnant un moulinet d'horlogerie dont le total des révolutions ne dépasse pas la durée minima que l'on s'est fixée. Arrivé à fond de course, ce barreau ferme le circuit de la sonnerie; un ressort ramène ensuite l'ensemble du mécanisme dans sa position primitive. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination de combinaisons formées par les solutions aqueuses de mannite avec les molybdates acides de soude et d'ammoniaque.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« Les solutions des acides tartrique et malique actifs produisent, comme je l'ai démontré antérieurement, lorsqu'on les met en contact avec des

corps inactifs, en solutions aqueuses, tels que les molybdates, phosphomolybdates, tungstates, etc., des composés exerçant sur la lumière polarisée une action qui est un certain nombre de fois plus grande que celle du corps actif qu'ils contiennent : cet accroissement extraordinaire du pouvoir rotatoire permet de mettre en évidence les composés qui se produisent et se succèdent dans la solution lorsqu'à une quantité constante d'acide on ajoute des poids graduellement croissants de sel. J'ai reconnu que d'autres corps actifs qui n'ont pas, comme les acides tartrique et malique, les doubles fonctions acide et alcool et n'ont que la fonction alcoolique se prêtent à une étude pareille. Je vais indiquer les résultats que j'ai obtenus avec la mannite ordinaire.

» Les solutions de cette substance exercent sur la lumière polarisée une action tellement faible qu'elle a été longtemps méconnue, mais que les recherches de divers savants ont nettement mise en évidence; lorsqu'on les additionne de quantités quelconques de molybdates neutres, de molybdate neutre de soude par exemple, on ne constate pas de changement sensible dans le pouvoir rotatoire; il n'en est pas de même si l'on ajoute à ces solutions soit de l'acide molybdique, soit des molybdates acides de soude ou d'ammoniaque : les rotations présentent alors des valeurs relativement très grandes, qui permettent une interprétation sérieuse des phénomènes.

» *Mannite et molybdate acide de soude.* — Le molybdate acide de soude $3\dot{N}aO, 7MoO^3, 22HO$ est un magnifique sel que l'on obtient facilement en ajoutant à une solution de carbonate de soude la quantité d'acide molybdique qui correspond à sa composition et laissant cristalliser la liqueur concentrée; sa solubilité permet d'en obtenir des solutions aqueuses qui en contiennent de grandes quantités.

» Les solutions dont j'ai fait usage étaient formées de $0^{gr},7583$, ou de $1^{gr},5866$ de mannite, de poids variables de molybdate acide, ajoutés par $\frac{1}{12}$ d'équivalent et de la quantité d'eau distillée nécessaire pour que le volume total fût 24^{cc}.

» Les observations ont été faites à la température de 17°, qu'on maintenait constante, car de faibles variations de température ont une influence très notable sur la grandeur de la rotation observée; le liquide était contenu dans un tube de $201^{mm},5$ de longueur et les mesures étaient prises à la lumière jaune du sodium. La solution de mannite pure donnait une rotation négative un peu inférieure à une minute. Les résultats des expériences sont contenus dans le Tableau suivant :

Fractions d'équivalent du sel, en $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Solutions contenant 0,7583 de mannite.		Solutions contenant 1,5166 de mannite.	
	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{12}$ d'équiv.
1	+0°.22'	23'	+0°.43'	45'
2	0.45	23	1.25	42
3...........	1. 8	23	2.10	45
4...........	1.30	22	2.57	47
5...........	1.57	27	3.47	50
6...........	2.24	27	4.39	52
6,5.........	2.39	30	5. 5	52
6,75........	2.45	+24	5.16	+44
7...........	2.39	−24	5. 9	−28
7,5.........	2.30	18	4.49	40
8...........	2.16	28	4.27	42
9...........	2. 1	15		
10..........	1.48	13		
11..........	1.32	16		
12..........	1.17	15		
13..........	1.12	5		
14..........	1. 4	8		
15..........	0.59	5		
16..........	0.54	5		
17..........	0.52	2		
18..........	0.49	3		
19..........	0.46	3		
20..........	0.43	3		
21..........	0.41	2		
24..........	0.38	1		
27..........	0.35	1		
30..........	0.32	1		
36..........	0.25	1,2		
42..........	0.23	0,3		
48..........	0.21	0,3		

» L'examen de ces nombres conduit aux remarques suivantes : 1° La rotation initiale négative devient positive dès que l'on ajoute à la solution de mannite un poids minime de sel et elle augmente de quantités sensiblement égales pour des additions égales, ce qui indique la formation progressive d'un composé entre les corps en contact. 2° La rotation atteint un maximum de 5°16′ pour une solution contenant, par 24^{cc}, 1^{gr},5166 de mannite, soit 1 équivalent de ce corps et $\frac{6,75}{12}$ d'équivalent de molybdate acide de soude. Ce poids de sel correspond à $3^{éq}$,9375 d'acide molybdique, si la formule admise $3NaO, 7MoO^3$ représente la composition de ce sel. Ce nombre est voisin de 4 et l'on pourrait penser que le maximum a lieu lorsque 1 équivalent de mannite est combiné à 4 équi-

valents d'acide molybdique ou à $\frac{6,857}{12}$ d'équivalent de sel. Mais je me suis assuré que les rotations correspondant à ces proportions sont 2°44′ et 5°14′, un peu inférieures à 2°45′ et 5°16′. En prenant les résultats de l'observation tels qu'ils se présentent et considérant que le molybdate neutre de soude n'a aucune action sur la mannite, on pourrait supposer que le sel $3NaO, 7MoO^3$ n'interviendrait dans l'action que par la partie $4MoO^3$ non saturée par la soude, et dans ce cas le maximum aurait lieu pour 1 équivalent de mannite et $2^{éq},25$ d'acide molybdique ou 4 équivalents de mannite et 9 équivalents d'acide molybdique (non engagé en combinaison avec la soude). 3° Les additions ultérieures du sel, jusqu'à 4 équivalents, donnent des solutions dont le pouvoir rotatoire diminue graduellement, ce qui indique la transformation du composé correspondant au maximum et la tendance vers un autre équilibre.

» *Mannite et molybdate acide d'ammoniaque.* — Le molybdate ordinaire d'ammoniaque $3AzH^4O, 7MoO^3$ est beaucoup moins soluble que le sel précédent : les solutions ne peuvent donc pas être amenées à des degrés de concentration aussi avancés. Voici le résultat des observations faites à 17° sur des solutions contenant $0^{gr},7583$ de mannite, des poids de sel croissant par $\frac{1}{12}$ d'équivalent et l'eau distillée suffisante pour faire 24^{cc} :

Fractions d'équivalent de sel par $\frac{1}{12}$ d'équivalent.	Rotations observées.	Variations de la rotation par $\frac{1}{12}$ d'équivalent.
1	+0°.22′	23′
2	0.45	23
3	1. 9	24
4	1.33	24
5	1.59	26
6	2.27	28
6,75	2.45	+24
7	2.37	−24
8	2.18	19

» La même valeur maxima correspond ici, comme dans le cas du molybdate acide de soude, aux mêmes proportions relatives de mannite et de sel employé, et de plus les nombres qui représentent les rotations produites par les solutions de composition semblable sont presque rigoureusement les mêmes, ce qui montre que la nature de la base du sel employé n'a pas d'influence notable sur la combinaison. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la quinéthyline, base homologue de la quinine.* Note de MM. **E. Grimaux** et **A. Arnaud**, présentée par M. Friedel (1).

« Nous avons montré, dans une précédente Communication, que la quinine est un éther méthylique de la cupréine considérée comme phénol; on peut donc donner le nom générique de *quinines* aux dérivés analogues de la cupréine, de la formule générale $C^{19}H^{21}Az^2O, OR$, R étant un groupement quelconque. Le premier terme de la série étant la quinométhyline ou quinine ordinaire, le second terme constitue la *quinéthyline;* cette base présente, avec la quinine, le même genre d'homologie que celui du phénate d'éthyle et du phénate de méthyle.

» Nous nous proposons de décrire dans cette Note la quinéthyline; mais il nous semble nécessaire d'indiquer d'abord les précautions que nous avons prises pour obtenir de la cupréine pure, les sels de cupréine que nous avons pu nous procurer renfermant de petites quantités de sels de quinine (2).

» *Purification de la cupréine.* — Le sulfate basique est dissous dans l'eau bouillante et transformé en sel neutre par l'addition d'une quantité calculée d'acide sulfurique en solution étendue; la liqueur est fortement concentrée jusqu'à commencement de cristallisation; on laisse refroidir en troublant la cristallisation par agitation; on obtient ainsi un sable blanc, cristallisé, formé par le sulfate neutre; on l'essore à la trompe, on le lave à l'eau froide, puis on le redissout dans l'eau bouillante, et on ajoute un excès de soude à la liqueur refroidie. Le précipité formé d'abord se redissout entièrement dans la soude; le sel est déjà assez pur pour qu'il ne reste pas de quinine non dissoute. Pour achever la purification et enlever les traces de quinine qui peuvent rester en solution dans la liqueur aqueuse, on agite celle-ci avec un égal volume d'éther, et on répète ce lavage jusqu'à ce que cet éther ne cède plus à l'eau acidulée par l'acide sulfurique d'alcaloïde donnant la fluorescence bleue si caractéristique de la quinine. On peut remplacer l'éther par le chloroforme, qui possède un plus grand pouvoir dissolvant pour la quinine.

» La solution sodique de cupréine, débarrassée ainsi de quinine, est acidifiée par

---

(1) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

(2) La plus grande partie du sulfate de cupréine que nous avons employé nous a été gracieusement donnée par MM. Howard, de Strattford. Nous devons aussi à l'extrême obligeance de M. Oudemans, de Delft, une certaine quantité de chlorhydrate de cupréine.

l'acide sulfurique étendu en quantité assez grande pour redissoudre le précipité qui se forme quand la liqueur devient neutre; on verse alors la solution acide dans une assez grande quantité d'eau ammoniacale; la cupréine devient libre; on la recueille sur une toile, on lave la masse à l'eau froide, puis on l'expose sur des plaques poreuses, et finalement on la sèche à 100°. La liqueur ammoniacale fournit encore une certaine quantité de cupréine dissoute par l'ammoniaque et qu'on retrouve en chassant l'ammoniaque par distillation dans le vide.

» *Préparation de la quinéthyline.* — On peut l'obtenir par deux procédés, soit au moyen du chlorure ou du bromure d'éthyle sur la cupréine sodée à 120°-130°, soit au moyen de l'azotate d'éthyle; ce dernier procédé nous paraît plus avantageux.

» On chauffe, en tubes scellés à 95°-100°, 1 molécule de cupréine sèche dissoute dans l'alcool contenant 1 molécule $\frac{1}{2}$ de sodium avec 1 molécule $\frac{1}{2}$ d'azotate d'éthyle pendant douze ou quinze heures. On chasse l'alcool du produit de la réaction par distillation dans le vide, on reprend le résidu par l'eau acidulée, on ajoute à la liqueur un excès de soude qui dissout un peu de cupréine non transformée, enfin on agite la liqueur alcaline à plusieurs reprises avec de l'éther qui s'empare de la nouvelle base. On décante l'éther, on l'agite avec de l'eau acidulée d'acide sulfurique. La liqueur acide, séparée de l'éther, est chauffée au bain-marie et neutralisée avec précaution par l'ammoniaque. Par refroidissement de la liqueur concentrée, il se sépare du sulfate basique de quinéthyline assez fortement coloré. On essore les cristaux à la trompe, on les lave à l'eau froide, on les sèche, et, après les avoir pesés, on les redissout dans une quantité calculée d'acide sulfurique étendu pour les transformer en sulfate neutre beaucoup plus soluble. On chauffe la solution en présence de noir animal, on concentre jusqu'à cristallisation. Les cristaux essorés sont purifiés par plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante.

» On obtient ainsi à l'état de pureté le sel neutre

$$C^{19}H^{21}Az^2O, OC^2H^5, SO^4H^2, 8H^2O,$$

que l'on peut facilement transformer en sulfate basique

$$(C^{19}H^{21}Az^2O, OC^2H^5)^2SO^4H^2, H^2O$$

en le dissolvant dans l'eau bouillante et en neutralisant exactement au tournesol par l'ammoniaque diluée; le sulfate basique peu soluble cristallise par le refroidissement. Le rendement en sulfate basique pur est de 35 parties environ pour 100 parties de cupréine mise en réaction, dans les conditions où nous avons opéré.

» *Quinéthyline* $C^{21}H^{26}Az^2O^2 = C^{19}H^{21}Az^2O, OC^2H^5$. — On la prépare en précipitant le sulfate neutre par l'ammoniaque en très léger excès, en opérant en solution concentrée froide. Elle constitue un précipité blanc, amorphe, ressemblant beaucoup à la quinine : elle est alors formée d'hydrates qui fondent dès 60°; pour l'obtenir sèche et pulvérulente, on doit commencer par la dessécher dans l'air sec; puis on peut, sans la fondre, la sécher à 100° ou 120°. Au-dessus de cette température, elle jaunit lé-

gèrement quand on prolonge la dessiccation : après avoir été séchée à 125°, elle fond à 160°. Elle est très soluble dans l'éther, l'alcool, le chloroforme et, en général, dans tous les dissolvants ordinaires des alcaloïdes; ses solutions dans l'acide sulfurique en excès sont extrêmement fluorescentes (¹). Elle ne cristallise pas par évaporation de ses solutions alcooliques; elle se dépose sous forme d'un vernis transparent; elle se comporte donc dans ce cas comme la quinine.

» Elle peut donner un hydrate cristallisé, qu'on obtient de la façon suivante : on précipite la solution du sulfate neutre étendue par un grand excès d'ammoniaque, une partie de la base reste en solution; on ajoute assez d'éther pour saturer l'eau, ce qui dissout une nouvelle quantité de base, et l'on abandonne cette solution ammoniacale éthérée à l'évaporation spontanée dans un vase long et étroit; après quelques jours, il se dépose un hydrate cristallisé en grandes aiguilles incolores et transparentes.

» Cette base est lévogyre; en solution dans l'alcool absolu

$$(\alpha)_D = -169°,4$$ (²).

» *Sulfate basique* $(C^{21}H^{26}Az^2O^2)^2, SO^4H^2, H^2O$. — Ce sel, dont nous avons indiqué plus haut la préparation, forme des lamelles cristallisées, d'un éclat soyeux quand il cristallise d'une solution aqueuse saturée bouillante; il contient alors environ une molécule d'eau de cristallisation (³). Quand on laisse refroidir lentement une solution chaude pas trop concen-

---

(¹) ANALYSE.

		Trouvé.	Calculé pour $C^{21}H^{26}Az^2O^2$.
	C	74,27	74,55
	H	7,57	7,69

(²) Dans les mêmes conditions, on a trouvé pour la cupréine et la quinine les chiffres suivants :

Cupréine	$(\alpha)_D = -173°,3$
Quinine	$(\alpha)_D = -167°,5$

(³) Le sel séché à l'air sec a perdu, à 125°, 1,70 pour 100 d'eau; la perte devrait être de 2,27 pour 100 par une molécule d'eau : il avait évidemment subi un commencement d'efflorescence dans l'air sec.

Le dosage d'acide sulfurique du sel desséché a donné 12,60 pour 100; la théorie pour la formule $(C^{21}H^{26}Az^2O^2)^2, SO^4H^2$ exige 12,66 pour 100.

Le dosage d'azote du sel séché à 125° a donné 7,47 pour 100; calculé 7,20.

trée, on observe la formation d'une gelée transparente, constituée par un hydrate renfermant un grand nombre de molécules d'eau de cristallisation.

» Le sel cristallisé est peu soluble dans l'eau froide; une partie se dissout dans 397 parties d'eau à 15°; 1^lit d'eau en dissout 2^gr, 52.

» Sa solution dans l'acide chlorhydrique étendu est fortement lévogyre : $(\alpha)_D = -233°,1$ [1].

» *Sulfate neutre* $C^{21}H^{26}Az^2O^2, SO^4H^2, 8H^2O$. — Ce sel cristallise, par refroidissement lent de sa solution aqueuse, en gros prismes à huit pans, incolores et limpides. A 19°, il se dissout dans 51,1 parties d'eau et est très soluble dans l'eau bouillante. Ses cristaux s'effleurissent rapidement à l'air [2].

» Chauffé avec des quantités calculées d'iode en solution alcoolique et d'acide iodhydrique, il donne une combinaison formée de petites aiguilles d'un rouge grenat, différant des lames de l'hérapathite fournies par la quinine.

» Nous avons commencé l'étude du dérivé propylique de la cupréine et d'autres bases analogues; nous communiquerons prochainement à l'Académie la suite de nos recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les uréides dérivées des acides normaux.* Note de M. C. **Matignon.**

« L'étude thermochimique des dérivés de l'acide urique m'a conduit à mesurer la somme des travaux correspondant à la formation des monouréides dérivées des acides normaux. J'ai préparé à cet effet les deux premiers termes de la série, la formylurée et l'acétylurée. Ces deux corps, purifiés avec soin, ont été brûlés dans la bombe calorimétrique. Leur combustion

---

(1) Dans les mêmes conditions, on a trouvé pour le sulfate de cupréine : $(\alpha)_D = -234°,1$, et pour le sulfate de quinine : $(\alpha)_D = -233°,7$. Tous ces sels avaient été séchés à 100°.

	Trouvé. pour 100.	Calculé pour $8H^2O$, pour 100.
(2) Dosage de l'eau de cristallisation	24,0	24,8
Dosage de SO^4H^2 dans le sel anhydre	22,37	22,48

est complète et n'exige pas l'emploi du camphre. Les résultats obtenus sont les suivants :

$$C^2O^2Az^2H^4 + 2O^2 = 2CO^2 + 2H^2O + Az^2 \ldots\ldots \quad +207^{Cal},3$$
$$C^3O^2Az^2H^6 + \tfrac{7}{2}O^2 = 3CO^2 + 3H^2O + Az^2 \ldots\ldots \quad +360^{Cal},9$$

Les chaleurs de formation correspondantes sont égales à $119^{Cal},3$ et 129^{Cal}. Les chaleurs de combustion de ces deux homologues consécutifs présentent la différence constante de $153^{Cal},6$, qui entraîne comme conséquence un parallélisme très rapproché dans leurs actions vis-à-vis d'un même agent. Au contraire leurs générateurs, les acides formique et acétique pris à l'état solide ont une différence de 140^{Cal}, nombre bien inférieur à la moyenne; il en résulte, comme on sait, des propriétés particulières à l'acide formique qui n'appartiennent plus aux homologues supérieurs. Cette différence est particulièrement manifeste dans le mode de formation des uréides; on a en effet :

$$\underbrace{H.CO^2H\ \text{sol.}}_{\text{Acide formique.}} + \underbrace{CO(AzH^2)^2\ \text{sol.}}_{\text{Urée.}} = \underbrace{H.CO.AzH.CO.AzH^2}_{\text{Formylurée.}} + H^2O\ \text{sol.} \ldots\ldots \quad +13^{Cal},4$$

$$\underbrace{CH^3CO^2H\ \text{sol.}}_{\text{Acide acétique.}} + CO(AzH^2)^2\ \text{sol.} = \underbrace{CH^3.CO.AzH.CO.AzH^2\ \text{sol.}}_{\text{Acétylurée.}} + H^2O\ \text{sol.} \quad -0^{Cal},2$$

» Ainsi, tandis que, dans les conditions précédentes, la formation de la formylurée entraîne un dégagement de chaleur notable, celle de l'acétylurée correspond à une absorption de chaleur; aussi est-il impossible d'obtenir ce dernier corps en partant de l'acide acétique, la formylurée, au contraire, se produit directement à partir de l'acide formique. Geuther, Scheitz et Marsh indiquent, en effet, qu'on obtient la formylurée en chauffant ensemble l'urée et l'acide formique cristallisable, d'abord au bain-marie, puis à feu nu, jusqu'au commencement de décomposition du corps; ils ajoutent qu'il n'y a pas d'action à froid. La grandeur du dégagement thermique m'a amené à penser qu'il devait en être autrement; si l'on dissout l'urée dans l'acide formique cristallisable, celui-ci forme alors un liquide visqueux qui, abandonné à lui-même sous une cloche, se prend, au bout de quelque temps, en une masse cristalline de formylurée.

» La synthèse de l'acétylurée, à partir de l'acétamide et de l'urée correspondrait à une absorption de chaleur

$$C^2OAzH^5\ \text{sol.} + CO(AzH^2)^2 = C^3O^2Az^2H^6\ \text{sol.} + AzH^3\ \text{gaz} \ldots\ldots \quad -12^{Cal},5$$

Elle n'a pu être réalisée.

» Enfin il était intéressant d'examiner l'acétate d'urée, corps intermédiaire entre l'acide acétique et l'acétylurée. L'urée réduite en poudre fine se dissout assez abondamment dans l'acide acétique cristallisable légèrement chauffé; par refroidissement, il se dépose de gros cristaux qui remplissent bientôt la masse entière : ils sont très déliquescents; l'analyse leur assigne la formule

$$CH^3.CO^2HAzH^2COAzH^2.2H^2O.$$

Mis à dessécher dans le vide sur l'acide sulfurique, ils perdent peu à peu leur acide acétique : il ne reste finalement que de l'urée. Leur chaleur de dissolution sous la concentration $\frac{1}{8}$ mol. $= 1^{lit}$ absorbe $8^{Cal},8$ à 16°.

» L'urée et l'acide acétique mêlés ensemble sous cette même concentration ne donnent lieu à aucune action thermique; l'acétate d'urée, dans ces conditions de température et de concentration, est donc complètement dissocié, ce qui permet de calculer la chaleur de formation

$$CH^3.COOH \text{ sol.} + CO(AzH^2)^2 \text{sol.} = CH^3.COOHAzH^2.CO.AzH^2.2H^2O\ldots \quad +3^{Cal},1$$

nombre dont la petitesse rend compte de la facile dissociation du sel par l'eau.

» L'acétylurée et la formylurée, additionnées de chlorure de mercure, fournissent toutes deux un précipité floconneux, quand on ajoute de la potasse au mélange; dans le cas de la formylurée, le précipité correspond à 2 équivalents de mercure pour 1 molécule d'uréide, ce qui entraîne comme formule probable

$$\begin{array}{c} H.CO.Az.CO.AzH, \\ \diagdown \quad \diagup \\ Hg \end{array}$$

l'hydrogène du groupement AzH placé entre les deux groupements négatifs CO devant être évidemment remplaçable par des métaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mode de formation des méthylcamphocarbonates de méthyle et d'éthyle. Préparation du camphre méthylé.* Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. Friedel.

« M. Haller a démontré que le camphre cyané peut être regardé comme le nitrile de l'acide camphocarbonique ([1]). Il attribue au camphre cyané

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1477.

la formule de constitution $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CHCAz\\|\\CO\end{matrix}\right.$, ce qui permet de considérer l'acide camphocarbonique $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CHCO^2H\\|\\CO\end{matrix}\right.$ comme un acide β-cétonique.

» Or, M. Haller a montré que le camphre cyané, traité par de la soude et des iodures alcooliques, donne naissance à des produits de substitution alcoylés [1] de la forme $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}C\\|\\CO\end{matrix}\right\rangle\begin{matrix}R\\CAz\end{matrix}$. L'éther camphocarbonique, en sa qualité d'éther β-cétonique, doit se prêter à un mode de substitution analogue. Bien que des essais, tentés dans ce sens par M. W. Rosen [2], n'aient pas conduit au résultat désiré, nous avons repris cette étude et avons réussi à obtenir les éthers camphocarboniques substitués.

» *Camphocarbonate de méthyle.* — Mes premiers essais ont porté sur le camphocarbonate de méthyle, que j'ai obtenu en éthérifiant l'acide camphocarbonique par l'alcool méthylique chlorhydrique.

» C'est une huile incolore, bouillant à 155°-160° sous la pression de $1^{cm},5$ de mercure. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool est $\alpha_D = +61°,90$.

» *Méthylcamphocarbonate de méthyle.* — On introduit dans un ballon communiquant avec un réfrigérant ascendant 30^{gr} de camphocarbonate de méthyle et 25^{gr} d'iodure de méthyle. On fait bouillir et l'on verse en cinq ou six fois 20^{cc} à 30^{cc} d'alcool méthylique ayant dissous $3^{gr},2$ de sodium. Après deux heures environ, la réaction est terminée. On précipite par l'eau, on reprend par l'éther. La solution éthérée, soumise à l'évaporation, donne des prismes incolores solubles dans l'alcool, plus solubles dans l'éther. On a obtenu comme rendement 15^{gr} de produit pur. Il reste un liquide huileux qui distille à la même température que l'éther camphocarbonique, et qui renferme encore, après distillation, une certaine quantité du corps solide précédent, comme on le verra plus loin.

» Le méthylcamphocarbonate de méthyle fond à 85°. Son pouvoir rotatoire, pris dans l'alcool ($\frac{1}{2}$ molécule dans 1^{lit}), est

$$\alpha_D = +17°,25.$$

» *Méthylcamphocarbonate d'éthyle.* — J'ai essayé aussi avec succès de

(1) *Bulletin Soc. chimique*, t. I, p. 945; 1888.
(2) *Deutsch. chem. Ges.*, t. XVIII, p. 3113.

préparer le méthylcamphocarbonate d'éthyle $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CO^2C^2H^5\end{array}\right.\\ | \\ CO\end{array}\right.$. Le mode opératoire est resté absolument le même. C'est un corps cristallisé fondant à 60°-61°, soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'éther.

» On a trouvé, pour le pouvoir rotatoire ($\frac{1}{2}$ molécule dans 1^{lit} d'alcool),

$$\alpha_D = +13°,8.$$

» *Camphre méthylé.* — Le méthylcamphocarbonate de méthyle et le méthylcamphocarbonate d'éthyle, traités par la potasse alcoolique au réfrigérant ascendant pendant quatre jours, n'ont pas subi de transformation. J'ai alors opéré en tubes scellés à la température de 130°-140°. Le contenu des tubes est précipité par l'eau et le tout repris par l'éther.

» L'eau de lavage contient du carbonate de soude. La solution éthérée, lavée, desséchée sur du chlorure de calcium et soumise à l'évaporation, donne un corps cristallisé à odeur camphrée.

» L'analyse de ce corps montre qu'il répond à la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH-CH^3\\ | \\ CO\end{array}\right.,$$

camphre méthylé. Il fond à 37°-38°.

» Son pouvoir rotatoire (une molécule dans 1^{lit} d'alcool) $\alpha_D = 27°,65$.

» Le méthylcamphocarbonate d'éthyle, aussi bien que le méthylcamphocarbonate de méthyle, donne du camphre méthylé par la saponification. Les constantes physiques de ce corps restent les mêmes, quelle que soit sa provenance.

» La réaction est semblable à celle qui se passe dans le traitement de l'éther camphocarbonique par la potasse :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH-CO^2C^2H^5\\ | \\ CO\end{array}\right. + 2KOH = \underbrace{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ | \\ CO\end{array}\right.}_{\text{Camphre.}} + CO^3K^2 + C^2H^6O.$$

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CO^2CH^3\end{array}\right.\\ | \\ CO\end{array}\right. + 2KOH = CH^8-CH^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH-CH^3\\ | \\ CO\end{array}\right. + CO^3K^2 + CH^4O.$$

» Les huiles, résidus de préparation, traitées par la potasse alcoolique au réfrigérant ascendant, abandonnent intacts les éthers camphocarbo-

niques substitués non saponifiables dans ces conditions, tandis que l'éther camphocarbonique se transforme en camphre qu'on élimine facilement.

» J'espère pouvoir arriver à substituer d'autres radicaux que le radical méthyle et à obtenir ainsi d'autres camphres substitués [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers nitrosocyanacétiques*. Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« L'analogie qui existe entre les éthers cyanacétiques et maloniques, analogie qui a été mise en évidence par M. Haller d'abord, puis par MM. Haller et Held, m'a conduit à essayer la préparation des éthers nitrosocyanacétiques.

» MM. Wolf et Gans ayant obtenu tout récemment l'acide nitrosocyanacétique par suite d'une transposition moléculaire de l'acide furazanecarbonique [2], nous croyons devoir communiquer les résultats acquis de notre côté concernant les éthers nitrosocyanacétiques.

» On prépare ces éthers en faisant agir l'azotite d'amyle sur les éthers cyanacétiques sodés.

$$\mathrm{CH{\diagup}^{CAz}Na.CO^2R + AzO.OC^5H^{11} = C{\diagup}^{CAz}_{\diagdown AzONa}{-}CO^2R + C^5H^{11}OH.}$$

» Le sel de sodium traité par l'acide sulfurique fournit l'éther nitrosé

$$\mathrm{C{\diagup}^{CAz}_{\diagdown AzOH}{-}CO^2R.}$$

» *Nitrosocyanacétate d'éthyle*. — A une molécule d'éther cyanacétique on ajoute, peu à peu, la quantité équivalente de sodium dissoute dans l'alcool absolu; puis, sans s'occuper du précipité qui se forme, on introduit dans la masse, par petites fractions, une molécule de nitrite d'amyle; le précipité d'éther cyanacétique sodé se dissout en même temps que le liquide s'échauffe jusque vers 50°-60°. On laisse refroidir, on lave à l'éther pour se débarrasser de l'éther cyanacétique non transformé et on préci-

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Haller.

(2) *Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. XXIV, p. 1169.

pite par l'acide sulfurique étendu. On reprend l'huile surnageante par de l'éther et on dessèche sur du chlorure de calcium; l'évaporation de l'éther fournit le corps cherché, que l'on purifie par une seconde cristallisation.

» L'éther nitrosocyanacétique se présente sous la forme de petits cristaux blancs, fondant à 127°-128°, très solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, moins solubles dans le benzène, et auxquels l'analyse assigne la formule

$$C\begin{cases}\diagup CAz \\ -CO^2C^2H^5 \\ \diagdown AzOH\end{cases}.$$

» *Sel sodique :* $C\begin{cases}\diagup CAz \\ -CO^2C^2H^5 \\ \diagdown AzONa\end{cases} + 5H^2O$. — Ce sel se forme directement dans l'action du nitrite d'amyle sur l'éther cyanacétique sodé; pour l'isoler on évapore au bain-marie jusqu'à siccité, afin de chasser l'alcool amylique; on dissout le résidu dans l'alcool et on additionne de benzène; le sel sodique ne tarde pas à se précipiter; on le fait cristalliser une seconde fois dans le même milieu : on obtient ainsi de petits prismes fibreux de couleur jaune. Séchés à l'air libre, ils renferment 5 molécules d'eau de cristallisation qu'ils perdent dans le vide.

» *Nitrosocyanacétate de méthyle.* — Cet éther se prépare de la même façon que son homologue supérieur. On ajoute la quantité théorique de nitrite d'amyle au cyanacétate de méthyle additionné d'une solution de sodium dans l'alcool méthylique anhydre. Le mélange liquide s'échauffe. En continuant comme avec le produit éthylé, on arrive à l'éther $C\begin{cases}\diagup CAz \\ -CO^2CH^3 \\ \diagdown AzOH\end{cases}$, que l'on obtient sous forme de petits cristaux tabulaires fondant à 119°.

» *Sel sodique :* $C\begin{cases}\diagup CAz \\ -CO^2CH^3 \\ \diagdown AzONa\end{cases} + 1\frac{1}{2}H^2O$. — On l'isole de la même façon que le sel sodique du nitrosocyanacétate d'éthyle. Il se présente sous la forme de prismes aplatis jaunes, renfermant $1\frac{1}{2}$ molécule d'eau de cristallisation qu'ils perdent dans le vide.

» Je me propose de continuer l'étude de ces dérivés nitrosés des éthers cyanacétiques [1] ».

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, laboratoire de M. Haller.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Blanchiment du coton à l'eau oxygénée*, Note de M. PRUD'HOMME, présentée par M. Schützenberger.

« L'addition de magnésie calcinée à l'eau oxygénée a été préconisée pour le blanchiment du coton. La supériorité des résultats obtenus n'a pas reçu d'explication. Elle tient, comme je vais le démontrer, à la formation d'un peroxyde de magnésium, plus stable que le peroxyde d'hydrogène, à la température de 100°.

» 1° De l'eau oxygénée à 6 volumes, étendue de 10 parties d'eau, est bouillie une demi-heure. Son titre passe de 1000 à 100.

» 2° Le même essai, avec addition de magnésie calcinée (5 pour 100 du poids de l'eau oxygénée), ne fait baisser le titre qu'à 900.

» 3° De la magnésie calcinée est mise en contact avec de l'eau oxygénée à 3 volumes, à la température ordinaire. La durée du contact varie de quelques heures à plusieurs jours. On filtre, lave sur le filtre, et dessèche le produit de 100°-105°.

» Le dosage de l'oxygène actif, au moyen d'une solution normale de permanganate de potassium, correspond à la formule

$$3Mg(OH)^2 + MgO(OH)^2.$$

» Ce corps, à réaction alcaline, perd tout son oxygène actif vers 300°.

» Le peroxyde de magnésium se forme aussi quand on dissout le métal dans l'eau oxygénée. Weltzien considère le produit de la réaction comme un hydrate de magnésie soluble. Il est facile de constater que, desséché à siccité, il donne, avec les réactifs ordinaires, les réactions bien connues de l'eau oxygénée.

» Les oxydes de zinc et de cadmium (corps appartenant à la même série que le magnésium dans le groupement des éléments de Mendéleieff) donnent aussi naissance à des peroxydes.

» Le mélange d'oxyde et de peroxyde de zinc correspond sensiblement à la formule

$$2ZnO + ZnO(OH)^2.$$

» Le blanchiment du coton à l'eau oxygénée resterait incompréhensible si l'on se bornait à la considérer comme un simple agent décolorant.

Elle a une action directe sur les différents corps que le blanchiment a pour but de modifier ou d'éliminer, et même sur la cellulose.

» *Action sur les corps gras.* — La saponification des huiles ou des graisses se fait en partie par la magnésie, mais elle est due aussi à l'action directe de l'eau oxygénée. Pendant l'ébullition, il se produit un abondant dégagement d'acide carbonique; il peut provenir de l'oxydation de la glycérine, comme on le vérifie directement. Mais l'eau oxygénée, très faiblement acide, attaque aussi les corps gras neutres, à l'ébullition, avec dégagement d'acide carbonique et formation d'acides gras. Ceux-ci se transforment eux-mêmes par le mélange d'eau oxygénée et de magnésie calcinée, et toujours avec production d'acide carbonique. C'est ce qui arrive pour l'acide stéarique et pour l'acide oléique du commerce. Il doit y avoir transformation partielle de ce dernier en acide palmitique (comme sous l'action de la potasse caustique), car le produit de la réaction, convenablement traité par un acide, est plus riche en acides gras solides que l'acide oléique dont on est parti.

» Les corps gras restés sur la fibre à l'état d'oléates, palmitates, etc., de magnésie, seront éliminés par un passage en acide faible, suivi d'une lessive alcaline.

» *Action sur la cellulose.* — Dans le blanchiment à l'eau oxygénée, la cellulose tend à se transformer en oxycellulose. On le reconnaît facilement par la teinture en matières colorantes basiques, qui se fixent sans mordant sur l'oxycellulose.

» L'altération de la cellulose est plus forte, si elle a été *mercerisée*, c'est-à-dire imprégnée de soude caustique concentrée, avant de subir l'action de l'eau oxygénée. La désagrégation devient complète et le tissu tombe en bouillie, si l'on ajoute de la soude caustique au bain d'eau oxygénée, de manière à lui faire marquer 5° à 6° B.

» L'action de l'eau oxygénée sur la cellulose est grandement augmentée par la présence de certains corps, comme les oxydes métalliques, qui ne servent que de véhicule ou d'intermédiaire à l'oxygène actif. Une bande de tissu mordancé en fer, chrome et alumine, bouillie avec de l'eau oxygénée et de la magnésie, une à deux heures, est profondément attaquée aux places couvertes par les mordants. Il est donc bon de faire précéder le blanchiment à l'eau oxygénée d'un séjour en acide faible, pour éliminer les sels ou les oxydes métalliques du tissu écru.

» L'action de l'eau oxygénée et celle de l'ammoniure de cuivre sur la cellulose présentent de grandes analogies.

» Il est facile de montrer que la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre est un oxydant, en la faisant agir sur un échantillon teint en bleu d'indigo. La solution, suffisamment étendue pour ne pas produire d'altération sensible du tissu, décolore le bleu en vingt-quatre heures à froid, et en quelques minutes à 60°. Si la solution cuprammonique est assez concentrée pour ramollir la fibre, celle-ci, bien lavée et traitée par un acide étendu, pour dissoudre l'oxyde de cuivre, se teint fortement en bleu méthylène; il y a donc formation d'oxycellulose.

» Un échantillon de tissu de coton, mercerisé en soude caustique à 36°, lavé à fond, est laissé en contact pendant un certain nombre d'heures avec de l'ammoniure de cuivre moyennement concentré. La fibre est plus attaquée que celle d'un échantillon témoin, non mercerisé.

» Nous conclurons de ces essais que, contrairement à l'opinion reçue, la cellulose est attaquée et subit une transformation par l'action du réactif de Schweitzer. »

ZOOLOGIE. — *Rôle du noyau dans la formation du reticulum musculaire fondamental chez la larve de Phrygane.* Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« A la suite des patientes recherches de Melland, Van Gehuchten et Ramon y Cajal, on admet généralement aujourd'hui qu'une fibre musculaire d'insecte a pour base fondamentale une série de *réseaux* plasmatiques *transversaux*, rattachés aux noyaux et au sarcolemme d'une part, d'autre part reliés entre eux dans le sens longitudinal par des *fibrilles préexistantes*. Ainsi se trouvent délimitées des cases prismatiques renfermant les bâtonnets de substance myosique proprement dite. Aux points d'intersection des fibrilles préexistantes avec les réseaux se rencontrent, disposées en rangées régulières, des granulations spéciales, isotropes comme le réseau lui-même, mais beaucoup plus réfringentes; les colonnettes myosiques sont anisotropes.

» Partant de cette structure, examinons, sur des coupes longitudinales, les fibres de la musculature ventrale d'une jeune larve de Phrygane. Ces fibres présentent un développement unilatéral, et il reste, sur l'un des côtés, une portion non différenciée contenant dans un plasma réticulé limité par le sarcolemme une série de noyaux de grosseur variable (de 8 μ à 20 μ). La portion différenciée montre nettement les détails esquissés plus

haut. Mais la striation transversale (reticulum, ligne de Krause, etc...) affecte avec les noyaux des rapports curieux.

» 1° Les fibrilles transversales isotropes sont déviées à la périphérie vers la portion non différenciée, de façon à s'orienter toutes vers les noyaux successifs : ce fait se présente d'une façon très générale, quelle que soit l'importance de la masse latérale protoplasmique ;

» 2° Les fibrilles transversales s'étendent, vers le noyau, au delà de la substance musculaire formée, en des points où n'existent encore ni les fibrilles longitudinales, ni les colonnettes myosiques. Le reticulum transversal apparaîtrait donc, au moins dans le cas en question, *avant les fibrilles dites préexistantes ;*

» 3° Le noyau lui-même subit un aplatissement suivant le sens longitudinal de la fibre; il semble donc à la fin étiré transversalement, ses granulations étant rejetées du côté du muscle formé, en rapport avec les stries du réseau. On rencontre souvent des noyaux présentant leur contour normal du côté du sarcolemme et ouverts sur le bord opposé par où ils émettent leurs grains de chromatine régulièrement alignés sur les fibrilles transversales. Le cas le plus net est celui que nous offrent certains muscles fixés en contraction. Ils montrent latéralement, dans un plasma peu abondant, un alignement continu de noyaux qui émettent leur chromatine sous la forme de filaments denses et sans granules distincts, *lesquels aboutissent, dans un ordre régulier, à chacune des lignes de Krause de la fibre.* La réaction chromatique, très accentuée dans le trajet extérieur à la substance myosique, s'atténue rapidement au contact de celle-ci.

» Ces faits concordent, du reste, assez bien avec la position et les rapports qu'effectuent les noyaux dans les fibres adultes décrites par Ramon y Cajal; ils permettent de comprendre les modifications que présente en certains points l'ordre de la striation transversale, ces points pouvant correspondre à la limite d'un *champ nucléaire.*

» Les relations que nous signalons, si elles venaient à être généralisées, constitueraient une base importante pour les nouvelles théories de la contraction musculaire, théories d'après lesquelles le *reticulum,* c'est-à-dire la substance unissante des colonnes musculaires, serait la partie réellement active de la fibre, la substance myosique elle-même étant purement végétative, à l'inverse de ce que l'on avait admis d'abord.

» Au point de vue de la biologie cellulaire, ces faits se rattacheraient à une série déjà importante et qu'il nous paraît bon de rappeler, parce que, dans la vie de l'élément différencié et dans la différenciation elle-même,

elle semble donner au noyau une importance fondamentale. Il y a quelques années seulement, on ne pouvait fournir qu'un fait à l'appui de cette idée : le noyau spermatique pénétrant seul dans la cellule ovulaire pour prendre part à l'acte de la fécondation. Depuis on a signalé une activité prépondérante du noyau dans certaines sécrétions glandulaires; et enfin, à notre propre point de vue, ces observations sur la fibre musculaire ne sont point isolées; car, dans un travail récent sur l'évolution larvaire des Amphibiens, nous avons insisté : sur l'action initiale du noyau dans la dégénérescence physiologique des divers tissus, sur une origine chromatique du pigment, et sur la formation des tablettes vitellines de l'œuf aux dépens des taches nucléolaires de la vésicule germinative. Mais il serait imprudent de généraliser ces données sur l'histogénèse de la fibre musculaire avant d'avoir étudié le développement d'une façon complète et sur des types variés. Ne retenons provisoirement que deux faits importants :

» 1° *La striation transversale chez les larves de Phryganes se développe en rapport avec les noyaux, et, pour préciser, c'est du noyau que partent les stries des réseaux transversaux sur lesquels les grains réfringents de la fibre développée représentent les massules chromatiques de la période de formation. Quant aux fibrilles longitudinales et aux bâtonnets myosiques qui apparaissent en connexion avec ces grains, nous n'avons rien pu voir de leur origine.*

» 2° *Les réseaux transversaux apparaîtraient tout d'abord : avant les segments myosiques, et même avant les fibrilles longitudinales. Celles-ci ne mériteraient donc pas la dénomination de fibrilles préexistantes : c'est le reticulum transversal qui préexiste* (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur une disposition spéciale des yeux chez les Pulmonés basommatophores*. Note de M. Victor Willem.

« Les yeux des Pulmonés basommatophores se trouvent logés, à la base et du côté interne des tentacules, dans la profondeur de deux petites proéminences transparentes des téguments, à une distance de la surface de l'épiderme qu'on peut évaluer approximativement à deux fois la longueur du diamètre de la sphère oculaire pigmentée.

» Des coupes faites dans des directions convenables montrent que la portion des téguments située au-dessus du globe oculaire est presque en-

(¹) Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

tièrement occupée par une vaste lacune qui coiffe toute la partie antérieure de l'organe visuel.

» Cette lacune est limitée, du côté externe, par une mince paroi composée de l'épiderme et d'une couche de tissu conjonctif qui ne renferme ni pigment, ni glande mucigène. C'est à tort que Simroth prétend que souvent, entre l'œil et l'épithélium, sont situés non seulement du pigment, mais encore des fibres musculaires, des glandes à mucus, etc. Ces éléments ne s'observent que sur des coupes non axiales par rapport au globe oculaire.

» La portion correspondante de l'épiderme n'est pas couverte de cils vibratiles, mais présente par places des cils sensitifs appartenant aux cellules sensorielles autrefois décrites par Flemming.

» Sur le pourtour de la région transparente de l'œil, le tissu conjonctif des parois de la lacune préoculaire s'unit au tissu de la sclérotique.

» La présence constante de corpuscules sanguins et souvent de plasma coagulé dans les espaces qui, sur les coupes, correspondent à la cavité en question, démontre que celle-ci fait partie du système lacunaire général creusé dans les parois du corps. Le sinus préoculaire communique, du côté interne de la tête, avec la partie péripharyngienne de la cavité viscérale et se continue, du côté externe, par un ensemble de lacunes qui règne jusqu'à l'extrémité du tentacule.

» Des injections du système circulatoire de *Limnæa stagnalis* établissent que le sinus en question est le confluent d'une série de canaux (afférents ou efférents) qui se distribuent dans la protubérance oculaire et surtout dans le tentacule. On reconnaît l'existence d'un système de canaux (système efférent ou afférent) inverse du premier.

» J'ai constaté une lacune préoculaire chez *Limnæa stagnalis, Limnæa palustris, Planorbis corneus, Physa fontinalis* et *Aplexa hypnorum.* Cette disposition est probablement générale chez les Basommatophores.

» S'il est facile de comprendre la valeur morphologique du sinus préoculaire en le considérant comme une lacune développée dans un tissu conjonctif précornéen analogue à celui qu'on observe chez les Stylommatophores, il n'est par contre pas aisé de déterminer expérimentalement sa fonction physiologique. L'interposition devant l'œil d'une couche épaisse de liquide ne favorise évidemment pas la formation sur la rétine d'une image nette des objets; l'expérimentation m'a d'ailleurs démontré que les Pulmonés aquatiques ne perçoivent pas distinctement la forme des objets. La présence, dans certains cas, d'une lacune postoculaire; l'existence de

tractus partant du fond de cette cavité pour s'insérer sur la sclérotique; le trajet tantôt rectiligne, tantôt sinueux de la portion distale du nerf optique, sont des considérations qui pourraient faire supposer que l'œil des Basommatophores est susceptible de subir certains déplacements dans le sens de son axe. Cette hypothèse, qui attribuerait à l'organe visuel de ces animaux une espèce d'accommodation, s'accorde peu cependant avec la présence, expérimentalement démontrée, d'une vision peu nette chez ces Mollusques. »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution expérimentale à l'étude de la croissance.* Note de M. **Henry de Varigny**, présentée par M. Chauveau.

« Il y a vingt ans bientôt, M. Karl Semper, le savant naturaliste de Würtzbourg, démontra par des expériences intéressantes la possibilité de déterminer expérimentalement, et à volonté, le nanisme ou le ralentissement considérable de la croissance, sur la *Lymnæa stagnalis*. La méthode de M. Semper consistait à faire vivre de jeunes Lymnées dans des volumes d'eau restreints (inférieurs à 5 ou 6 litres).

» Par exemple, si l'on mettait trois jeunes lymnées de même ponte, et de même âge, dans trois vases renfermant respectivement 100^{cc}, 500^{cc} et 3000^{cc}, on voyait, au bout de quelques jours déjà, la lymnée du vase le plus rempli l'emporter par ses dimensions sur celle du vase moyen, et celle-ci, de son côté, l'emportait sur la lymnée du vase le plus petit. Comme, dans toutes les expériences de Semper, les animaux disposaient d'une alimentation surabondante, il fallait, pour expliquer les différences de croissance, invoquer un facteur autre que le facteur aliments.

» M. Semper crut devoir recourir à un facteur nouveau et singulier. Il supposa qu'il existe normalement dans l'eau une substance chimique, sur la nature de laquelle il n'émet aucune opinion, dont la présence est nécessaire à la croissance, bien qu'elle ne soit point alimentaire, une sorte de stimulant dont la quantité est proportionnelle au volume de l'eau. Dans un petit volume d'eau, il ne s'en trouverait qu'une petite quantité, et celle-ci serait insuffisante pour une croissance normale.

» J'ai voulu vérifier les faits énoncés par M. Semper, et en même temps chercher s'il ne pouvait être découvert quelque autre facteur connu, susceptible d'expliquer les phénomènes observés.

» Les faits sont exacts, d'après les expériences que j'ai commencées

en 1889 et qui se poursuivent encore. Il est très clair que, selon les dimensions du milieu où vivent les lymnées, ces dernières ont une croissance rapide ou lente, très lente même, bien qu'elles aient des aliments (herbes) en abondance, et que l'eau garde une pureté parfaite.

» Mais en y regardant de plus près, on voit qu'en même temps que l'on fait varier les dimensions du milieu, en faisant vivre les lymnées dans des vases de diamètre, de forme, et de volume différents, on fait varier d'autres éléments que le volume seul. Je me suis donc attaché à étudier l'influence des variations de ces autres éléments, en faisant varier chacun d'eux isolément, les autres demeurant constants.

» Dans une première série d'expériences, *le volume demeurant le même, je fais varier la surface d'aération ou la superficie libre de l'eau.* Sans rapporter ici le détail des expériences, il me suffira d'énoncer la conclusion, qui est que les variations de superficie jouent un rôle considérable dans la production du nanisme. Dans deux masses d'eau égales en volume, les lymnées atteignent un développement d'autant plus considérable que la superficie est plus grande. Est-ce donc une affaire d'aération? Non, la lymnée respire l'air en nature, et l'aération de l'eau, d'ailleurs excellente grâce aux herbes, lui doit être indifférente; non encore, car l'animal se développe aussi bien dans un volume d'eau surmonté d'une couche d'air isolée de l'atmosphère ambiante (par un couvercle ou un bouchon) que dans un même volume, à superficie égale, en contact avec l'air libre qui se renouvelle sans cesse. L'aération de l'eau n'a rien à voir ici. Retenons seulement le fait, pour le moment.

» Dans une seconde série d'expériences, je fais *varier le volume de l'eau, alors que la superficie demeure la même.* Le résultat est que l'influence du volume est médiocre, très médiocre même, au point que le développement est à peu près identique dans 200^{cc} et dans 5^{lit} ou 6^{lit} d'eau. Pourtant, il est certain qu'à superficie égale le volume le plus grand est le plus favorable à la croissance.

» Dans une troisième série d'expériences, *le volume et la superficie étant identiques, je fais varier le nombre des individus.* Il en ressort que le développement des individus isolés est supérieur à celui de l'un quelconque des individus réunis.

» De ces trois séries, la dernière seule est favorable à l'interprétation de M. Semper, et les deux autres lui sont opposées. Si nous acceptons l'explication de M. Semper, la dernière série se comprend très bien. Mais ne peut-on expliquer celle-ci que par l'hypothèse du savant allemand?

» Une quatrième série d'expériences répond négativement. Dans cette série, je fais vivre deux lymnées dans des masses inégales de la *même* eau, l'une vivant dans un bocal de 3^lit par exemple, l'autre dans un tube en verre plongeant dans ce bocal, mais fermé par de la gaze à son extrémité inférieure, pour empêcher l'animal de passer dans le bocal. Dans ces expériences, l'animal du tube est invariablement très inférieur à celui du bocal, bien que l'eau soit la même et que l'on ait soin chaque jour d'opérer un mélange intime des deux eaux. Même résultat quand, au lieu d'employer un tube, on délimite dans un cristallisoir, par exemple, une petite région où l'on enferme (avec de la gaze encore) une des lymnées, et dans ce cas l'homogénéité de l'eau est plus parfaite encore. J'ajouterai enfin que si l'on fait vivre deux lymnées dans des masses égales, à superficie égale, d'eau ordinaire, et d'eau où ont déjà vécu des lymnées pendant des mois, on n'observe aucune différence appréciable, à moins que l'eau n'ait servi très longtemps (un an par exemple) : en ce cas, elle peut avoir perdu beaucoup de calcaire, ce qui la rendrait impropre au développement des jeunes lymnées.

» Au surplus, l'interprétation de M. Semper s'élimine d'elle-même par le fait de la médiocre importance du *volume* de l'eau, du moment où la superficie demeure égale. Si le développement est le même ou presque le même dans 200^cc et dans 6^lit, à superficie égale, c'est que le volume est de peu d'importance, c'est aussi que la substance hypothétique de M. Semper ne joue pas le rôle qui lui est attribué.

» J'aurai donc recours à une explication plus simple, et j'attribuerai le nanisme au manque d'espace et au manque de mouvement. Et cette explication semblera parfaitement valable si l'on tient présent à l'esprit le fait, qu'il convient de signaler, que la lymnée se meut infiniment plus dans le plan horizontal, voisin de la surface, que dans le plan vertical. C'est à tel point que j'ai vu des lymnées, vivant dans des ballons à col assez long, ne jamais passer du col dans le ballon même ; et dans un cas où l'animal a pris l'habitude de visiter le fond de son réservoir, il a acquis un beau développement. L'exception confirme la règle.

» Cette explication s'accorde parfaitement avec les résultats des séries d'expériences I et II ; elle s'accorde aussi avec la série III, car plus il y a d'individus dans un même espace, et plus l'espace disponible est restreint pour chacun d'eux ; elle s'accorde aussi avec la série IV.

» Un Mémoire ultérieur relatera mes expériences en détail et reproduira les photographies des individus en expérience ; pour le présent, il

suffit de conclure que les conditions d'aération et d'alimentation les meilleures ne suffisent point à assurer le développement; il y faut en outre l'espace, c'est-à-dire la condition du mouvement (¹). »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur une maladie cryptogamique du Criquet pèlerin* (Acridium peregrinum). Note de M. L. **Trabut**, présentée par M. Duchartre.

« Chargé par M. le Gouverneur général de visiter, de concert avec M. Mathieu, conservateur des forêts d'Oran, les peuplements d'alfa des Hauts Plateaux dépendant de l'annexe militaire d'El-Aricha, nous avons été frappés de rencontrer, le 23 mai, dans les environs mêmes d'El-Aricha, de nombreux Criquets pèlerins adultes paraissant malades. Devant laisser reposer notre convoi ce jour-là, nous avons pu consacrer une matinée à la recherche de ces Acridiens malades provenant d'un vol important qui avait passé les jours précédents se rendant dans le Tell.

» Il nous fut très facile de constater que presque tous portaient, sur le bord des anneaux de l'abdomen, des taches noires, plus ou moins tuméfiées, cette lésion étant surtout évidente chez les mâles, qui étaient aussi beaucoup plus nombreux. Chez certains individus, une efflorescence blanche qui recouvrait ces taches me fixa sur la nature du mal, évidemment attribuable à un Champignon parasite. Pendant le cours de notre voyage, nous n'avons retrouvé de Criquets pèlerins que dans la vallée de l'oued Khemis, et nous n'avons pu constater sur aucun individu les taches noires ni les efflorescences.

» Les Criquets recueillis à El-Aricha, et examinés dès mon retour à Alger, m'ont paru envahis par un Champignon du genre *Botrytis*. Les filaments du mycelium très courts portent un très grand nombre de spores de 10 à 15 μ se développant, chez les femelles surtout sur la membrane plissée qui relie deux anneaux; chez les mâles, sur le bord inférieur des anneaux qui sont noirs et tuméfiés par places. Cette maladie doit être assez répandue. M. Brongniart a soumis ces jours-ci à mon examen un *Acridium peregrinum* mort et portant des efflorescences blanches; il provenait des environs mêmes d'Alger. Je n'ai pas hésité à reconnaître la phase ultérieure du

(¹) Travail du laboratoire de M. A. Chauveau (Laboratoire de Pathologie comparée du Muséum).

mal que j'avais observé à El-Aricha et j'attribuai la mort de cet Acridien au *Botrytis*. Le jardinier de notre École m'a remis aussi un grand nombre de Sauterelles très fortement envahies par le *Botrytis* et pour ce motif faciles à capturer.

» Cette constatation permettra-t-elle d'établir un système de défense contre la pullulation de ces insectes dévastateurs? Des expériences sont nécessaires pour trancher cette question. Sur les Hauts-Plateaux, les Arabes prétendent « que la grosse Sauterelle (*Acridium peregrinum*) vient » chercher la petite (*Storaunotus marocanus*) ». Doit-on trouver dans ce langage imagé une tradition relative à la fin de la pullulation du Criquet marocain par une maladie parasitaire apportée par le Criquet pèlerin?

» Le *Botrytis* observé peut provisoirement être décrit ainsi. *Botrytis Acridiorum :* Mycelium court, portant sur de petits rameaux des groupes de spores globuleuses, ellipsoïdes et même oblongues, de 10 à 15μ, hyalines avec des granulations brillantes, formant par leur confluence des taches blanches, farineuses, assez compactes, apparaissant sur les anneaux de l'abdomen, de préférence sur la membrane plissée qui réunit les anneaux. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'existence d'une petite faune de Vertébrés miocènes dans les fentes de rochers de la vallée de la Saône, à Gray et au mont d'Or lyonnais*. Note de M. **Charles Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans le courant d'une exploration géologique des terrains tertiaires de la Haute-Saône, en compagnie de M. l'ingénieur en chef Delafond, j'ai observé, dans les vitrines du musée de Gray, des débris de petits Mammifères indiqués comme provenant de poches d'un *terrain tertiaire remanié*, dans les calcaires portlandiens, derrière la citadelle de Gray. En étudiant cette petite faune, qui m'a été fort obligeamment communiquée par M. Cazadot, conservateur du musée de cette ville, j'ai reconnu, avec surprise, qu'elle se rapportait à la période miocène et d'une manière plus précise à l'horizon, si richement représenté dans le bassin du Rhône par la faune des fentes de carrière de la Grive-Saint-Alban, qui correspond à peu près à la faune de Sansan, dans le sud-ouest.

» J'ai reconnu, notamment à Gray : *Talpa telluris* Lartet; *Lagomys* (*Prolagus*) *Meyeri* Tschudi, espèces communes avec la Grive-Saint-Alban;

et, en outre, un petit Castoridé, le *Steneofiber sansaniensis* Lartet, de la faune de Sansan, type encore inconnu dans le bassin du Rhône. Quelques incisives à émail fortement coloré en jaune indiquent enfin un autre Rongeur du groupe des Castors ou des Porcs-épics, mais plus grand que le précédent.

» Une faune de petits Vertébrés du même horizon géologique se trouve également enfouie dans les argiles sidérolithiques qui remplissent les fentes de carrière au mont Cindre, dans le massif du mont d'Or lyonnais, ainsi qu'il résulte de l'étude que j'ai pu faire, grâce à l'obligeance de MM. Lortet et Chantre, de nombreux matériaux de cette provenance que possède le Muséum de Lyon.

» La faune du mont Cindre, plus riche que celle de Gray, comprend : de petits Ruminants, *Micromeryx Flourensianus* Lartet, molaires de *Dicrocerus elegans;* un très petit Suidé qui se trouve aussi à la Grive et que je décrirai bientôt sous le nom de *Chœromorus pygmœus;* des Insectivores, parmi lesquels le *Galerix exilis* Blainv. (*Parasorex socialis*, Fraas), de Sansan, voisin des Macroscélides actuels, le *Sorex pusillus* de Meyer, de la Grive; de nombreux Rongeurs, tels que *Cricetodon Rhodanicum* Dep., et *minus* Lartet; *Lagomys* (*Prolagus*) *Meyeri* Tschudi; *Sciurus spermophilinus* Dep., de la Grive; des Carnassiers représentés seulement par des molaires et canines isolées, mais où j'ai pu reconnaître cependant : *Martes Filholi* Dep., de la Grive, et une tuberculeuse du *Dinocyon Goriachensis* Toula, espèce plus petite que le grand *Dinocyon Thenardi,* et que j'ai aussi retrouvée à la Grive; enfin, des fragments de carapace de *Testudo*, des mâchoires de Lézards, de Serpents et de Batraciens indéterminés.

» En rapprochant ces différentes trouvailles d'animaux miocènes, faites dans les mêmes conditions de dépôt à Gray (Haute-Saône), à Tournus (Saône-et-Loire), au mont Cindre, près Lyon, et enfin à la Grive-Saint-Alban (Isère), on voit que ces divers gisements indiquent comme une sorte de traînée de débris d'animaux terrestres enfouis dans les fentes de rochers du bassin du Rhône et de la Saône pendant la période *Langhienne*, c'est-à-dire au début du miocène. Ces découvertes m'ont paru intéressantes à signaler, parce qu'elles témoignent des *conditions essentiellement continentales* dans lesquelles s'est trouvée cette région de la France pendant toute la durée du Langhien : cet étage miocène n'y est, en effet, représenté par aucun dépôt sédimentaire lacustre ni marin, et cela est d'autant plus curieux que la période Langhienne a été précédée dans le même pays par la phase essentiellement lacustre ou même lagunaire de l'*Aquitanien,* et a été

suivie par la phase d'invasion marine (au moins pour la vallée du Rhône et le Jura) qui caractérise l'étage *helvétien*. »

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'étude géologique des environs de Digne.* Note de M. Bachelard.

« *Zone à* avicula contorta; *naissain fossile.* — A la base de la zone à *avicula contorta*, dans les environs de Digne, on remarque des couches argileuses dans lesquelles sont intercalées des plaquettes d'un calcaire brun foncé, dont la surface supérieure est couverte de petites nodosités. La longueur de ces nodosités ne dépasse pas *trois millimètres*, leur largeur *un millimètre*. Elles paraissent être formées, quand on les examine à la loupe, de débris de coquilles indéterminables. Mais, si dans ces plaquettes (épaisses d'un centimètre au plus) on taille des sections minces, on constate qu'elles sont entièrement formées par une agglomération de coquilles microscopiques d'ostracées et de gastéropodes. Les ostracées dominent. Ces plaquettes paraissent formées d'un véritable *naissain* fossile.

» L'épaisseur de la couche à plaquettes ne dépasse pas vingt centimètres sur ce point. Ces plaquettes, ou lumachelles, alternent avec de petits lits d'argile sans fossiles. L'argile domine ensuite sur près d'un mètre d'épaisseur et ne contient que de rares débris organisés. Immédiatement au-dessus vient un nouveau dépôt de naissain. Ce dépôt atteint jusqu'à *quatre-vingts centimètres d'épaisseur*. Il se présente sous l'aspect d'un calcaire brun foncé, coupé d'un réseau de veines de carbonate de chaux. Traité par les sections minces, ce dépôt se montre entièrement composé des mêmes coquilles microscopiques, avec des coupes plus nombreuses de gastéropodes, quelques ammonitidés et de petits polypiers.

» Viennent ensuite des calcaires dolomitiques de 7^m à 8^m de puissance.

» *Zone à* Amm. planorbis. *Faune microscopique.* — Au-dessus des calcaires dolomitiques commencent les bancs calcaires noirs de la zone à *Amm. planorbis*, où les fossiles de grande taille sont très rares. Mais ces calcaires, réduits en sections minces, se montrent pétris de coquilles d'avicules, de pectens, d'ostrea, mélangés sur certains points de spicules de spongiaires. Ces bancs ont une épaisseur de 30^m.

» *Zone à globigérines.* — Au sommet de ces dernières couches viennent des bancs de calcaires cristallins compacts, d'une épaisseur de plus de 3^m. Ces bancs sont totalement composés de globigérines, dont les plus grandes ont 1^{mm} de diamètre. »

PALÉONTOLOGIE. — *Faune d'un dépôt d'ossements quaternaires des environs de Pouillenay (Côte-d'Or)*. Note de Dom **Jehl**, présentée par M. A. d'Abbadie.

« Les collines des environs de Grignon, ordinairement couronnées par les assises calcaires de l'oolithe inférieure, laissent apercevoir un grand nombre de diaclases, qui ont produit sur leurs bords abrupts des éboulements de rocs par suite de l'ablation des marnes liasiques sous-jacentes. C'est dans une fente d'un de ces rocs éboulés que je découvris, le 14 juin 1886, sur le territoire de Pouillenay, un certain nombre d'ossements anciens ayant appartenu à des animaux d'espèces très variées, que la liste suivante fera connaître, et dont un bon nombre n'existent plus dans la faune actuelle de la Bourgogne.

» Les restes recueillis ont encore aujourd'hui une douzaine de représentants dans nos environs, et il faut remonter dans les régions plus froides ou plus septentrionales de l'Europe pour retrouver les représentants de quatre autres espèces. A part un canon de bœuf qui, de l'avis d'un juge des plus compétents, appartient à une espèce quaternaire certainement éteinte, toutes les autres espèces vivent encore actuellement en Allemagne ou dans les pays environnants.

» Outre l'indication fournie par ces ossements, de l'époque à laquelle ils furent deposés en ce lieu, deux petits silex taillés, dont l'un mesure 4^{cm} et l'autre 3^{cm} seulement de longueur, semblent assigner, par leur ressemblance avec les silex recueillis à la Madeleine, les derniers temps de l'époque paléolithique.

» Quelques os brisés, soit longitudinalement, soit aux deux extrémités, comme pour en extraire la moelle, attestent encore la contemporanéité de l'homme à cette époque.

» Voici la détermination et l'énumération des restes principaux recueillis dans ce dépôt :

» 1. *Plecotus auritus* L., sp. — Cinq côtés droits et deux gauches de mâchoires inférieures.

» 2. *Talpa europæa* L. — Cinq côtés de mâchoires inférieures, sept humérus et deux sacrums.

» 3. *Crossopus fodiens* Pall., sp. — Deux côtés gauches de mâchoires inférieures.

» 4. *Sorex tetragonurus* Herm. — Cinq côtés droits de mâchoires inférieures.

» 5. *Sorex pygmæus* Pall. — Trois côtés gauches de mâchoires inférieures.

» 6. *Canis lupus* L. — Les deux dents carnassières supérieures du même individu.

» 7. *Canis vulpes* L. — Deux individus, dont l'un adulte et l'autre fort jeune. Le premier est indiqué par trois dents canines et la plupart de ses molaires. Le second, dont j'ai trouvé les deux côtés de la mâchoire inférieure, n'avait encore de chaque côté que trois molaires formées.

» 8. *Spermophilus citillus* L., sp. — D'après la figure et la description données par Pallas dans ses *Novæ species quadrupedum e glirium ordine* (Erlangæ, 1778; in-4), ainsi que d'après les données générales de Blasius, je crois pouvoir conjecturer que l'unique mâchoire gauche, que j'ai trouvée sans molaires, répond bien au *Spermophilus*.

» 9. *Myoxus Nitela* Schreb. — Une mâchoire inférieure privée de toutes ses molaires.

» 10. *Cricetus frumentarius* Pall. — Les seuls restes que j'ai pu déterminer de cette espèce sont une portion de mâchoire supérieure avec ses deux premières molaires en place, et un autre fragment dans lequel sont encore implantées les trois molaires.

» 11. *Mus sylvaticus* L. — Douze côtés gauches et dix droits de mâchoires inférieures; un gauche et deux droits de mâchoires supérieures.

» 12. *Arvicola glareolus* Schreb., sp. — Vingt-deux côtés gauches et vingt droits de mâchoires inférieures, et trois mâchoires supérieures.

» 13. *Arvicola amphibius* L., sp. — Quatorze côtés droits et treize gauches de mâchoires inférieures.

» 14. *Arvicola nivalis* Martins. — Quatre côtés droits et quatre gauches de mâchoires inférieures.

» 15. *Arvicola ratticeps* Aeys. et Blas. — Quatre côtés droits et sept gauches de mâchoires inférieures. Cette espèce étant bien distincte de toutes les autres du genre et n'ayant sous elle aucune variété connue, je suis certain d'avoir trouvé l'*A. ratticeps* tel qu'il se rencontre dans les contrées septentrionales de l'Europe et de l'Asie.

» 16. *Arvicola agrestis* L., sp. — Parmi les mâchoires supérieures, au nombre de sept, trois semblent se rapporter davantage à la sous-espèce *A. britannicus* (de Sélys). Si les mâchoires supérieures de l'*A. agrestis* se distinguent facilement de celles de toutes les autres espèces du genre *Arvicola,* les mâchoires inférieures ne fournissent par contre aucun caractère bien tranché. Néanmoins, je crois pouvoir indiquer, comme ayant appartenu à l'*A. agrestis,* vingt-trois mâchoires droites et vingt-six gauches.

» 17. *Arvicola campestris* Blasius. — Quatre côtés droits et un gauche de mâchoires inférieures.

» 18. *Arvicola arvalis* Pall., sp. — Huit mâchoires supérieures, dont une semble appartenir plutôt à l'*A. arenicola,* signalé par M. de Sélys-Longchamps en Hollande et dans le nord de l'Allemagne. Les mâchoires inférieures sont indiquées par quinze côtés droits et treize gauches.

» 19. *Arvicola subterraneus* de Sélys. — Sept côtés droits et trois gauches de mâchoires inférieures, dont un droit et deux gauches, ressembleraient plutôt à l'*A. pyrenaicus* (de Sélys).

» Ce n'est pas sans quelque hésitation que je cite l'*A. campestris* et l'*A. subterra-*

neus. Leurs molaires inférieures offrent, en effet, des caractères si peu distincts de celles de l'*A. agrestis* et surtout de l'*A. arvalis*, qu'une confusion ne me paraît pas impossible, la forme des molaires variant, pour les individus de la même espèce, dans d'assez fortes proportions. Toujours est-il que ces deux noms caractérisent bien la forme de certaines molaires.

» 20. *Lepus cuniculus* L. — Cette espèce a fourni un bon nombre de dents séparées, plusieurs mâchoires, sans compter les os des membres ou autres. Les incisives, relativement plus nombreuses, montrent que le nombre des individus se montait au moins à 10.

» 21. *Cervus elaphus* L. — Deux bases de bois brisés, encore insérées sur les os du crâne. La plupart des dents molaires d'une mâchoire supérieure et quelques autres; en outre, divers os des extrémités.

» 22. *Bison priscus*? Boj., sp. — Un métacarpien gauche et plusieurs phalanges. Le canon seul mesure 367^{mm} de longueur; il appartient, par conséquent, à une espèce gigantesque et certainement quaternaire, disparue aujourd'hui.

» 23. *Equus caballus* L. — Dents et extrémités des membres, qui proviennent de trois individus au moins.

» 24. *Oiseaux*. — Deux mandibules supérieures et un tarse de petites espèces, tels que grands passereaux ou petites chouettes.

» 25. *Poisson*. — Deux vertèbres, qui proviennent d'un individu de taille assez forte, tel que saumon.

» 26. *Helix nitens* Mich. — Plusieurs coquilles, d'âge peut-être plus récent que les espèces ci-dessus.

» 27. Une coquille bivalve nacrée de petite dimension. »

M. **Delaurier** adresse, à propos d'une Communication récente de M. *Dubouin*, une Note relative à un moyen d'apprécier le mouvement vertical des aérostats.

M. **Joseph Joffroy** adresse une Note sur une valeur approchée du côté du polygone régulier de sept côtés.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er JUIN 1891.

Traité des fonctions elliptiques et leurs applications; par G.-H. HALPHEN. Troisième Partie : *Fragments.* Publication faite par les soins de la Section de Géométrie de l'Académie des Sciences. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal; par GASTON DARBOUX. Troisième Partie : *Lignes géodésiques et courbure géodésique. — Paramètres différentiels. — Déformation des surfaces.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Traité d'Optique; par M. E. MASCART. Tome deuxième. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. gr. in-8°.

Bureau central météorologique de France. — Rapports lus le 11 *juin* 1889 *et le* 11 *juin* 1890, *à la séance générale du Conseil du Bureau central; par* le Président, M. Daubrée; 2 br. in-4°.

Instructions météorologiques; par A. ANGOT. Troisième édition. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Les ballons et leur emploi à la guerre; par G. ESPITALIER. Paris, G. Masson; in-18. (Présenté par M. de Quatrefages.)

L'hydrogène et ses applications en aéronautique. — L'électrolyse de l'eau; par le commandant G. ESPITALIER. Paris, G. Masson; in-18. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Le Dr H. LELOIR. *Recherches sur la nature du lupus vulgaire. — Le lupus vulgaire et le système lymphatique. — Leçons sur le lupus. — Le traitement du lupus,* 1884-1891; 4 br. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Le Dr AD. NICOLAS. *Programme de la prophylaxie des maladies communes. — La prophylaxie de l'épidémie dans les villes d'hôtels.* (Extrait de la *Revue d'hygiène.*) Paris, 1891; 2 br. in-8°.

De la congestion des mamelles et des mammites aiguës (d'origine externe) chez la vache; par ADRIEN LUCET. Paris, G. Carré, 1891; br. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité élémentaire de Pathologie et de Clinique infantiles; par le Dr A. DES-

CROIZILLES. Paris, Lecrosnier et Babé, 1890; 2 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur les anémies de la première enfance et sur l'anémie infantile pseudo-leucémique; par le Dr CHARLES LUZET. Paris, G. Steinheil, 1891; br. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Introduction à l'étude clinique et à la pratique des accouchements; par le Professeur L.-H. FARABEUF et le Dr HENRI VARNIER. Paris, G. Steinheil, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur la croissance et son rôle en Pathologie; par le Dr MAURICE SPRINGER. Paris, Félix Alcan, 1890; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Bellion.)

Recherches sur l'existence d'organismes parasitaires dans les cristallins malades chez l'homme et sur le rôle possible de ces organismes dans la pathogénie de certaines affections oculaires; par MM. V. GALIPPE et L. MOREAU; br. in-8°. (Renvoyé au concours Martin-Damourette.)

Phtisie laryngée; par le Dr A. GOUGUENHEIM et PAUL TISSIER. Paris, G. Masson 1889; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Chaussier.)

Anatomie pathologique de la moelle épinière; par PAUL BLOCK et ALBERT LONDE. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. in-4°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Dr FERNAND LAGRANGE. *L'hygiène et l'exercice chez les enfants et les jeunes gens. — De l'exercice chez les adultes.* Paris, Félix Alcan, 1890-1891; 2 vol. in-18. (Renvoyé au concours Bellion.)

Dr AUG. CHARPENTIER. *Recherches sur la persistance des impressions rétiniennes et sur les excitations lumineuses de courte durée. — Recherches sur l'intensité comparative des sons d'après leur tonalité. — Analyse expérimentale de quelques éléments de la sensation du poids.* Paris, G. Masson, 1890-1891; 3 br. in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard et renvoyé au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Dr M. LEGRAIN. *Du délire chez les dégénérés.* Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1886; 1 vol. in-8°. — *Hérédité et alcoolisme.* Octave Doin, 1889; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Lallemand.)

Recherches sur l'action physiologique et thérapeutique de l'extrait aqueux de Guaco (Aristolochia cymbifera); par le Dr L. BUTTE; br. in-8°. (Renvoyé au concours Martin-Damourette.)

Du nerf pneumogastrique (Physiologie normale et pathologique.) — Diabète : albuminuries névropathiques (asthme-névropathie cérébro-cardiaque, etc.);

par les Drs G. ARTHAUD et L. BUTTE. Paris, 1891; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité élémentaire des maladies des voies urinaires; par le Dr E. DESNOS. Paris, Octave Doin, 1890; 1 vol in-18. (Renvoyé au concours Chaussier.)

Le cervelet et ses fonctions; par M. le Dr COURMONT. Paris, Félix Alcan, 1891; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Lallemand.)

Nouvelle flore des champignons; par MM. J. COSTANTIN et L. DUFOUR. Paris, Paul Dupont; 1 vol. in-18. (Renvoyé au concours Thore.)

Folies passionnelles. — Études philosophiques et sociales; par le Dr GEORGES PICHON. Paris, E. Dentu, 1891; 1 vol. in-18. (Renvoyé au concours Bellion.

Maladies du système nerveux. — Atrophies musculaires et maladies amyotrophiques; par le Dr F. RAYMOND. Paris, Octave Doin, 1889; 1 vol gr. in-8°. (Renvoyé au concours Lallemand.)

Mémoires d'Ophtalmométrie; par E. JAVAL. Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

University of Nebraska. — Fourth annual Report of the agricultural experiment station of Nebraska. Lincoln, Nebraska, U. S. A., 1891; 1 vol. gr. in-8°.

The medico-legal Journal. Vol. VIII, n° 3, december 1890. New-York, Clark Bell, 1890; br. in-8°.

K. VON CHRUSTSCHOFF. *Ueber das Gestein der Insel Walamo im Ladogaser,* 1891; br. in-8°. — *Ueber ein neues aussereuropäisches Leucitgestein,* 1891; br. in-4°.

Vorläufige Mittheilung über die von Herrn J. LOPATIN *und der Steinigen (Podkamennaja) tunguska gesammelten Gesteine,* 1891; br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUIN 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Méthode pour la détermination des coordonnées équatoriales des centres des clichés constituant la Carte du ciel;* par M. Lœwy.

« Dans une des réunions du Congrès pour l'exécution photographique de la Carte du ciel, de l'année 1867, il a été décidé : 1° qu'il sera fait deux séries de clichés pour tout l'ensemble du ciel; 2° les deux séries de clichés seront effectuées de telle façon que l'image d'une étoile située au coin d'une plaque de la première se trouve aussi près que possible du centre d'une plaque de la seconde série; 3° les clichés destinés à la construction du Catalogue contiendront toutes les étoiles jusqu'à la 11e grandeur.

» Chaque plaque de la série du Catalogue renfermera donc en moyenne plusieurs centaines d'étoiles, et la grande perfection des images photographiques permettra d'obtenir, au moyen de mesures micrométriques de haute exactitude, les coordonnées rectilignes relatives de toutes les images. Mais, pour connaître la véritable position des astres photographiés sur la voûte céleste, il faut déterminer avec autant de précision que possible la

situation sur le ciel du point qui correspond à l'origine choisie de chaque plaque photographique. On peut résoudre ce problème fondamental par des procédés différents. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la solution qui me semble la plus rationnelle. Pour conclure les positions de toutes les étoiles du cliché, il est nécessaire d'effectuer un certain nombre de travaux préliminaires. Admettons donc, avant tout, ainsi qu'il a été décidé, que l'astronome détermine les coordonnées rectilignes d'une même plaque relativement aux traits moyens du réseau. Chacune de ces étoiles appartiendra en commun à la plaque considérée, et à l'une des quatre plaques de la seconde série, recouvrant partiellement la première.

» Dans le Mémoire sous presse, je démontre qu'il est possible de rattacher, à l'aide des mesures micrométriques très précises, les quatre dernières plaques à la première. Les constantes relatives des nouvelles plaques (coordonnées des centres, orientation, valeur de l'échelle) s'obtiendront par des calculs rapides et exempts de toute difficulté. Deux étoiles communes à deux plaques de séries différentes permettent d'atteindre ce résultat, sans qu'il soit nécessaire de connaître leurs positions absolues. L'application réitérée de la même méthode permet de faire concourir à la détermination des constantes de la première plaque toutes les belles étoiles contenues dans les plaques de la première série, contiguës à ce cliché principal, soit en tout 36° carrés de la surface du ciel. Pour un troisième rattachement, comme on le verra plus loin, on a même la faculté de pouvoir facilement faire servir, pour le même but, tous les repères se trouvant dans une zone céleste de 64° carrés d'étendue.

» On disposera donc toujours pour cet objet d'un nombre plus que suffisant d'étoiles, sans avoir à descendre au-dessous de la 7e grandeur, et on aura, en outre, le grand avantage de pouvoir choisir des étoiles de repère dont les mouvements propres sont bien connus.

» Pour rendre comparable les éléments des deux plaques photographiques, il faut, s'il y a lieu, faire subir aux distances et aux coordonnées de la plaque auxiliaire plusieurs petites corrections provenant : 1° d'une variation possible du tour de vis utilisé; 2° de l'orientation différente des deux réseaux par rapport à la direction du mouvement diurne; 3° de l'inclinaison des plaques sur l'axe optique, si elle est notable.

» A l'aide des formules et des Tables contenues dans le Mémoire, on peut facilement appliquer ces rectifications aux coordonnées rectilignes de la plaque secondaire; nous admettrons qu'elles ont été effectuées. Pour faciliter le calcul relatif à la transformation des coordonnées rectilignes en coordonnées équatoriales et afin d'établir des relations linéaires entre ces deux ordres de grandeur, il est, en outre, nécessaire d'ajouter aux coor-

données rectilignes quelques termes correctifs indiqués dans le Mémoire. Nous admettrons que ces rectifications aussi ont été appliquées aux coordonnées. Soient donc $(x_{,}, y_{,})$, $(x_{,,}, y_{,,})$ respectivement les coordonnées rectilignes des deux étoiles sur la première plaque; $(\xi_{,}, \eta_{,})$, $(\xi_{,,}, \eta_{,,})$ les coordonnées rectilignes des mêmes étoiles de la plaque auxiliaire; i l'orientation de la plaque principale; (A, D), (A', D') respectivement les coordonnées équatoriales des deux centres O, O', $X = \frac{x_{,,} + x_{,}}{2} - \frac{\xi_{,,} + \xi_{,}}{2}$, $Y = \frac{y_{,,} + y_{,}}{2} - \frac{\eta_{,,} + \eta_{,}}{2}$. Alors on aura, en suivant la voie indiquée dans le Mémoire,

$$(A' - A)\cos D = X - Y \sin i, \qquad (D' - D) = Y - X \sin i.$$

» La simplicité de ces formules est remarquable; on peut, par un travail minime, établir les relations numériques qui lient entre elles les coordonnées équatoriales des deux centres. Les travaux principaux à exécuter ne consistent, en effet, que dans l'addition et dans la soustraction des coordonnées rectilignes données; i est une des constantes les plus essentielles du cliché principal, les facteurs considérables X et Y, à peu près égaux à 1 degré, par lesquels cet élément se trouve multiplié, conduisent à une exactitude très élevée.

» Voici maintenant l'inexactitude provoquée dans la détermination des valeurs numériques des coordonnées du rattachement X et Y; en désignant par e l'erreur de mesure dont se trouve affectée la coordonnée rectiligne d'une image quelconque, évaluée à l'aide de la vis, par ε l'erreur probable de X ou Y, par n le nombre de couples d'étoiles utilisées pour le raccordement des deux clichés, on trouve $\varepsilon = \frac{e\sqrt{5}}{\sqrt{n}}$.

» En basant le rattachement des deux plaques sur cinq couples d'étoiles, l'erreur probable de la détermination d'une des deux coordonnées sera égale à e; si l'on considère en outre qu'il n'intervient dans la détermination finale du centre de la plaque principale qu'une combinaison des erreurs des quatre centres des plaques adjacentes, on arrive à cette conclusion, que l'erreur probable du résultat est seulement $\frac{3e}{8}$, c'est-à-dire environ $\pm 0'',026$. La faiblesse de ce nombre accuse un degré de précision qui ne laisse rien à désirer. Il faut aussi remarquer que l'erreur provenant de la valeur absolue du tour de vis n'introduira dans la recherche aucune inexactitude appréciable, si l'on a le soin, ce qui sera possible, de choisir des repères placés à peu près symétriquement par rapport au centre O.

» *Première méthode, par le rattachement successif des clichés.* — On a vu, par ce qui précède, qu'étant donné un cliché A de la première série, on

peut déterminer avec précision, relativement à ces axes pris dans le plan de ces clichés, les coordonnées des centres des quatre clichés A_1, A_2, A_3, A_4 qui recouvrent partiellement le premier. L'orientation relative de ces plaques sera également connue et toute étoile figurée sur l'une d'elles pourra être considérée comme rapportée aux axes du cliché central.

» Si, parmi ces étoiles, il s'en trouve qui soient déjà connues et cataloguées, chacune d'elles pourra être employée pour déterminer toutes les constantes du cliché A. On fera ainsi concourir à la détermination de ces quantités toutes les étoiles connues situées dans quatre clichés adjacents, c'est-à-dire dans une étendue de 16° carrés. Dans cette portion de la sphère céleste, on rencontrera une vingtaine d'étoiles au-dessus de la 8ᵉ grandeur. Les éléments dont on disposera ainsi assurent déjà, dans la recherche des coordonnées des centres, une précision bien supérieure à celle que l'on obtiendrait par l'emploi de six étoiles, choisies sur une même plaque.

» L'étendue du travail réclamé par cette méthode n'a rien d'excessif. Les deux séries destinées à la confection du Catalogue comprennent 22 054 clichés. Chacun doit être raccordé aux quatre clichés adjacents; mais, comme la liaison de deux centres, une fois réalisée, sert pour les deux plaques, le nombre réel des opérations de raccordement est seulement double du nombre total des plaques. Le travail nécessaire pour effectuer ces 44 108 raccordements ne sera jamais qu'une faible partie de celui qu'exige la réduction d'un nombre égal d'observations méridiennes.

» Mais il est à remarquer que l'on peut augmenter encore l'exactitude des résultats, sans se livrer à aucun nouveau travail de mesure. Une opération arithmétique des plus simples suffira. Admettons, en effet, qu'en suivant la voie précédemment indiquée on ait trouvé les valeurs A_c, $\mathfrak{D}_c$ pour l'ascension droite et la déclinaison absolue du centre du cliché principal : $(A_1, \mathfrak{D}_1)$, $(A_2, \mathfrak{D}_2)$, $(A_3, \mathfrak{D}_3)$, $(A_4, \mathfrak{D}_4)$ pour les coordonnées des centres des quatre clichés qui recouvrent partiellement le premier. Chacun de ces nombres repose, ainsi que nous l'avons expliqué, sur la connaissance des positions des belles étoiles contenues dans une étendue de 16° carrés. D'autre part, à l'aide du procédé exposé, les mesures micrométriques ont fait connaître avec précision les nombres $(dA_1, d\mathfrak{D}_1)$, $(dA_2, d\mathfrak{D}_2)$, $(dA_3, d\mathfrak{D}_3)$, $(dA_4, d\mathfrak{D}_4)$, que l'on doit ajouter aux coordonnées des centres des clichés auxiliaires pour obtenir les coordonnées du centre du cliché principal; il sera, dès lors, facile d'avoir quatre nouvelles déterminations des coordonnées équatoriales du centre de la plaque considérée.

» Raisonnons sur l'ascension droite. On peut adjoindre à la valeur A_c, obtenue directement, les quatre valeurs nouvelles $(A_1 + dA_1)$, $(A_2 + dA_2)$, $(A_3 + dA_3)$, $(A_4 + dA_4)$. L'une de ces valeurs, $(A_1 + dA_1)$, par exemple,

résulte de l'emploi des étoiles connues dans la zone de 16° carrés, dont l'un des clichés auxiliaires occupe le centre. La moyenne des cinq repose, par conséquent, sur les positions de toutes les étoiles connues situées dans une zone de 36° carrés. Un raisonnement identique peut être fait pour les déclinaisons. On dispose alors, pour fixer les coordonnées (A_c, $\mathfrak{D}_c$), de 15 à 18 étoiles en moyenne, sans descendre au-dessous de la 7e grandeur. Admettons enfin que l'on réitère l'application du même procédé, en conservant, pour les différences dA_1, dA_2, dA_3, dA_4, les valeurs données par les mesures micrométriques; mais en adoptant, pour A_1, A_2, A_3, A_4, les nombres qui résultent de la seconde approximation. Les coordonnées du centre sont maintenant obtenues, à l'aide des étoiles disséminées sur une zone de 64° carrés. Telle est l'étendue dont on disposera pour évaluer, dans une troisième approximation, les coordonnées A_c, $\mathfrak{D}_c$.

» *Seconde méthode pour les rattachements successifs des clichés.* — La méthode qui vient d'être exposée se recommande par le travail complémentaire peu important nécessité par son application. Pour atteindre le même but, on peut aussi faire usage d'un procédé qui se présente immédiatement à l'esprit, mais qui demande des calculs un peu plus longs; ce second procédé possède, à certains égards, un avantage marqué sur la méthode qui vient d'être expliquée. On a, en effet, la faculté, par l'addition successive des coordonnées de rattachement (dA_1, $d\mathfrak{D}_1$), (dA_2, $d\mathfrak{D}_2$), de déterminer la position relative des deux clichés ne se touchant pas directement, et éloignés l'un de l'autre, par exemple, de 4°. Cette opération si simple étant réalisée, on pourra, pour la détermination du centre du cliché principal, profiter de toutes les étoiles peuplant une étendue de la voûte céleste qui, dans le cas donné, serait de 100° carrés. Les dernières questions qui restent, par conséquent, à élucider sont les suivantes :

» 1° Quel est le degré d'exactitude que comportent les divers rattachements successifs, effectués par l'une ou l'autre des deux méthodes proposées; 2° quelle est la valeur relative des deux méthodes; 3° quelle serait le nombre des liaisons successives à effectuer pour être sûr d'obtenir une augmentation réelle de l'exactitude dans les résultats cherchés.

» Nous choisirons pour la démonstration une des coordonnées du centre O, la déclinaison $\mathfrak{D}$ par exemple.

» Soient ε l'erreur probable de la déclinaison $\mathfrak{D}$ du centre après le premier rattachement résultant de l'emploi de la première méthode; $\varepsilon_{\prime\prime}$, $\varepsilon_{\prime\prime\prime}$ respectivement les quantités analogues après le deuxième et le troisième raccordement; ε_2, ε_3 les éléments semblables, en utilisant la seconde méthode; δ_1, δ_2, δ_3 les erreurs probables de la moyenne des déclinaisons qui respectivement ont servi dans les trois rattachements successifs. Comme on le

sait, on rencontre dans une zone de 16° carrés de 15 à 20 étoiles comprises entre la 1[re] et la 8[e] grandeur; nous supposerons qu'on en trouve 16; nous admettrons 0″,60 pour l'erreur probable e' d'une déclinaison donnée, et, en outre, 0″,07 pour l'erreur probable e d'une coordonnée rectiligne; ces hypothèses, si elles ne correspondent pas toujours complètement aux circonstances réelles de la pratique, sont néanmoins suffisamment approchées de la vérité. En tout état de choses, on peut, en se fondant sur ces prémisses, arriver à une appréciation judicieuse de l'exactitude des opérations des divers rattachements projetés. e et e' étant ainsi connues, on aura :

Série I.	n.	Méthode I.	n'.	Méthode II.	n''.
$d\delta_1 = 0'',150$	16,0	$\varepsilon_1 = 0'',152$	15,5	$\varepsilon_1 = 0'',152$	15,5
$d\delta_2 = 0,100$	36,0	$\varepsilon_{\prime\prime} = 0,125$	23,0	$\varepsilon_2 = 0,105$	32,6
$d\delta_3 = 0,075$	64,0	$\varepsilon_{\prime\prime\prime} = 0,109$	30,9	$\varepsilon_3 = 0,084$	51,4

» Ces chiffres répondent aux questions posées. Dans la première série on voit incrits, sous le titre n, les résultats qui désignent à la fois le nombre de degrés carrés ou de repères utilisés dans les trois raccordements successifs; $d\delta_1$, $d\delta_2$, $d\delta_3$ représentent respectivement les erreurs probables de la moyenne de 16, 36 ou 64 déclinaisons : ce sont des quantités par conséquent indépendantes de tout procédé de rattachement. Considérons maintenant les deux dernières séries. Dans la deuxième colonne figurent des nombres qui ont été obtenus par le procédé suivant :

» Étant donnée l'erreur $e' = 0'',60$ d'une coordonnée équatoriale, on a cherché le nombre de ces coordonnées dont la moyenne conduirait aux erreurs $\varepsilon_{\prime}$, $\varepsilon_{\prime\prime}$, $\varepsilon_{\prime\prime\prime}$, ε_2, ε_3, et on les a inscrits en regard. Les valeurs ainsi conclues donnent la véritable mesure de la précision de chaque rattachement. C'est ainsi que le nombre 23,0 inscrit à côté de $\varepsilon_{\prime\prime} = 0'',125$ indique que, par l'emploi de la première méthode, après le second rattachement, on arrive à une exactitude équivalente à celle procurée par 23 repères couvrant directement le cliché principal. Mais, à l'aide de ces quantités, on peut arriver à une interprétation encore plus générale.

» Nous avons, en effet, admis une étoile par degré carré; dans le second rattachement dont il est question, on a relié 13 plaques contenant les étoiles connues d'une zone de 36° carrés d'étendue, et, comme on le constate, on n'obtient que l'effet produit par 23 étoiles ou par une surface de repères de 23°. Les nombres n', n'' indiquent donc l'étendue d'une surface idéale contenant les repères qui concourent directement à la détermination des éléments des clichés, repères dont les coordonnées ne se trouvent plus par conséquent entachées d'aucune inexactitude de raccordement. Chacun des nombres n', n'' fait donc, en réalité, connaître

le bénéfice net de chaque opération de rattachement : ainsi le chiffre 51,4 de la troisième série signifie que par le troisième rattachement on dispose de tous les repères d'une surface de 51°,4 pour la recherche des constantes de la plaque centrale; d'un autre côté, il est clair que la différence entre 64° le nombre réel, et 51,4 représente le nombre des repères qui ont servi à annuler les effets des petites inexactitudes uniquement propres aux mesures micrométriques du rattachement.

» Voici maintenant les conclusions auxquelles cette étude donne lieu :

» 1° En effectuant trois raccordements successifs, il est certain que l'on gagne notablement en précision. Avec la seconde méthode, on serait même sûr d'obtenir un profit réel en exactitude par un quatrième rattachement s'étendant sur une surface de 100° de la sphère céleste. Le bénéfice serait peut-être douteux si l'on employait la première méthode pour cette dernière opération. La seconde méthode est bien plus exacte que la première, mais l'application de celle-ci est tellement commode qu'on pourrait en une année seule effectuer le travail des deux raccordements pour tous les clichés de la Carte du ciel.

» 2° Au moyen seulement de deux rattachements successifs par la seconde méthode, ou en en effectuant trois à l'aide de la première méthode, on disposera, pour la détermination des constantes de chaque cliché, environ de 15 à 20 étoiles comprises entre la 1re et la 7e grandeur.

» 3° Les éléments de la réduction seront obtenus avec une exactitude très élevée. Les conditions deviennent plus favorables, si l'on emploie pour déterminer leur valeur des étoiles séparées par une distance angulaire supérieure à l'étendue d'un seul cliché.

» 4° Il serait très facile de former dès aujourd'hui le catalogue complet des étoiles de repère réduit à l'année 1900. En effet, 12000 à 15000 repères seulement suffisent pour atteindre ce but. On choisira les étoiles supérieures à la 7e grandeur et on adoptera, parmi elles, celles qui possèdent les positions et les mouvements propres les mieux déterminés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation des équations de la théorie des fonctions d'une variable complexe;* par M. ÉMILE PICARD.

« Bien des géomètres ont sans doute cherché à généraliser la théorie des fonctions d'une variable complexe. Le problème n'étant évidemment pas déterminé, on peut se placer, dans une telle tentative, à des points de

vue très différents ([1]). Le point de vue, auquel je vais ici me placer, semblera peut-être présenter quelque intérêt.

» 1. On sait que l'étude d'une fonction analytique d'une variable complexe revient à l'étude des fonctions réelles P et Q des deux variables réelles x et y, satisfaisant aux deux équations

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial Q}{\partial y}, \qquad \frac{\partial P}{\partial y} = -\frac{\partial Q}{\partial x}.$$

» Ces équations possèdent une propriété fondamentale : si P et Q, ainsi que P_1 et Q_1 représentent deux systèmes arbitraires de solutions, les fonctions P_1 et Q_1, considérées comme fonctions de P et Q, satisfont au système

$$\frac{\partial P_1}{\partial P} = \frac{\partial Q_1}{\partial Q}, \qquad \frac{\partial P_1}{\partial Q} = -\frac{\partial Q_1}{\partial P}.$$

» Il est naturel de chercher à généraliser ce résultat, en considérant les systèmes de deux équations

$$(1) \qquad \begin{cases} f\left(\dfrac{\partial P}{\partial x}, \dfrac{\partial P}{\partial y}, \dfrac{\partial Q}{\partial x}, \dfrac{\partial Q}{\partial y}\right) = 0, \\ \varphi\left(\dfrac{\partial P}{\partial x}, \dfrac{\partial P}{\partial y}, \dfrac{\partial Q}{\partial x}, \dfrac{\partial Q}{\partial y}\right) = 0, \end{cases}$$

telles que, P et Q ainsi que P_1 et Q_1 désignant deux systèmes quelconques de solutions, on ait, en considérant P_1 et Q_1 comme fonctions de P et Q,

$$(2) \qquad \begin{cases} f\left(\dfrac{\partial P_1}{\partial P}, \dfrac{\partial P_1}{\partial Q}, \dfrac{\partial Q_1}{\partial P}, \dfrac{\partial Q_1}{\partial Q}\right) = 0, \\ \varphi\left(\dfrac{\partial P_1}{\partial P}, \dfrac{\partial P_1}{\partial Q}, \dfrac{\partial Q_1}{\partial P}, \dfrac{\partial Q_1}{\partial Q}\right) = 0. \end{cases}$$

» Nous faisons de plus la supposition que les équations soient vérifiées pour $P = x$, $Q = y$. On va voir qu'on peut effectuer la recherche de toutes les équations jouissant de la propriété précédente.

([1]) Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 5 avril 1891), j'ai examiné le cas de certaines équations où les coefficients dépendent des variables indépendantes. Dans le *Bulletin de la Société mathématique* (15 avril 1891), M. Appell a indiqué un système de quatre équations où les fonctions, qui y figurent, se trouvent satisfaire à l'équation de Laplace.

» A l'aide des relations

$$(3)\quad \begin{cases} dP = \frac{\partial P}{\partial x}dx + \frac{\partial P}{\partial y}dy, & dP_1 = \frac{\partial P_1}{\partial x}dx + \frac{\partial P_1}{\partial y}dy, \\ dQ = \frac{\partial Q}{\partial x}dx + \frac{\partial Q}{\partial y}dy, & dQ_1 = \frac{\partial Q_1}{\partial x}dx + \frac{\partial Q_1}{\partial y}dy, \end{cases}$$

on peut, en éliminant dx et dy, exprimer dP_1 et dQ_1 en fonction de dP et dQ. Comme les coefficients de dP et dQ, dans ces dernières expressions, sont respectivement

$$\frac{\partial P_1}{\partial P},\quad \frac{\partial P_1}{\partial Q},\quad \frac{\partial Q_1}{\partial P},\quad \frac{\partial Q_1}{\partial Q},$$

ces coefficients sont liés par les relations (2), c'est-à-dire par les mêmes relations qui lient les coefficients de l'une et l'autre substitution linéaire (3). On en conclut que cette substitution linéaire, effectuée sur les différentielles, *forme un groupe à deux paramètres* [1].

Il résulte de là aisément que les équations (1) peuvent être obtenues de la manière suivante. Soient

$$x' = ax + by,$$
$$y' = cx + dy$$

des équations définissant un *groupe continu* à deux paramètres, dont sont fonctions a, b, c, d. On posera

$$\frac{\partial P}{\partial x} = a,\qquad \frac{\partial P}{\partial y} = b,\qquad \frac{\partial Q}{\partial x} = c,\qquad \frac{\partial Q}{\partial y} = d.$$

» En éliminant les deux paramètres entre ces quatre équations, on obtiendra un système de deux équations différentielles entre P et Q, jouissant de la propriété demandée.

» On sait, d'après les méthodes de M. Lie, trouver les groupes à deux variables et à deux paramètres. La question proposée est donc résolue; je ne m'arrête pas ici à la discussion, qui donne d'ailleurs des types très simples.

» 2. Le point de vue précédent n'est pas borné au cas de deux fonctions. Considérant trois fonctions P, Q, R de trois variables x, y, z et un

---

(1) L'expression de *groupe* a ici le sens que lui attribue M. Sophus Lie dans des travaux aujourd'hui classiques.

système de trois équations

$$(4) \qquad f_i\left(\frac{\partial P}{\partial x}, \frac{\partial P}{\partial y}, \frac{\partial P}{\partial z}, \frac{\partial Q}{\partial x}, \frac{\partial Q}{\partial y}, \frac{\partial Q}{\partial z}, \frac{\partial R}{\partial x}, \frac{\partial R}{\partial y}, \frac{\partial R}{\partial z}\right) = 0 \quad (i = 1, 2, 3),$$

on peut se proposer de trouver les systèmes, tels que, P, Q, R, ainsi que P_1, Q_1, R_1, désignant deux solutions quelconques, on ait, en regardant P_1, Q_1, R_1 comme fonctions de P, Q, R,

$$f_i\left(\frac{\partial P_1}{\partial P}, \frac{\partial P_1}{\partial Q}, \frac{\partial P_1}{\partial R}, \frac{\partial Q_1}{\partial P}, \frac{\partial Q_1}{\partial Q}, \frac{\partial Q_1}{\partial R}, \frac{\partial R_1}{\partial P}, \frac{\partial R_1}{\partial Q}, \frac{\partial R_1}{\partial R}\right) = 0 \quad (i = 1, 2, 3).$$

» La méthode dont nous avons plus haut fait usage trouve encore son application. Les équations

$$dP = \frac{\partial P}{\partial x} dx + \frac{\partial P}{\partial y} dy + \frac{\partial P}{\partial z} dz,$$
$$dQ = \frac{\partial Q}{\partial x} dx + \frac{\partial Q}{\partial y} dy + \frac{\partial Q}{\partial z} dz,$$
$$dR = \frac{\partial R}{\partial x} dx + \frac{\partial R}{\partial y} dy + \frac{\partial R}{\partial z} dz$$

définissent, pour les différentielles, un groupe de transformations à *six* paramètres, et l'on en conclut que, si l'on prend un *groupe* linéaire à trois variables et *six* paramètres

$$x' = ax + by + cz,$$
$$y' = a_1 x + b_1 y + c_1 z,$$
$$z' = a_2 x + b_2 y + c_2 z,$$

où les (a, b, c) sont fonctions des six paramètres, et qu'on pose

$$\frac{\partial P}{\partial x} = a, \quad \frac{\partial P}{\partial y} = b, \quad \frac{\partial P}{\partial z} = c,$$
$$\frac{\partial Q}{\partial x} = a_1, \quad \frac{\partial Q}{\partial y} = b_1, \quad \frac{\partial Q}{\partial z} = c_1,$$
$$\frac{\partial R}{\partial x} = a_2, \quad \frac{\partial R}{\partial y} = b_2, \quad \frac{\partial R}{\partial z} = c_2,$$

l'élimination des six paramètres entre ces neuf équations conduira à un système de la forme (4), jouissant de la propriété cherchée.

» 3. Les considérations précédentes se généralisent d'elles-mêmes. Pour bien fixer les idées, il a été supposé plus haut que le nombre des équations

différentielles était égal au nombre des fonctions. On peut, d'une manière plus générale, former des systèmes dans lesquels les équations seront en nombre supérieur aux fonctions. Si nous avons n fonctions de n variables, et $n+p$ relations distinctes entre les dérivées partielles du premier ordre, nous aurons à considérer les *groupes* linéaires à n^2-n-p paramètres.

» Je me borne aujourd'hui à ces remarques très générales. L'étude d'exemples particuliers exige d'assez longs calculs que je n'ai pas encore achevés. Parmi ces exemples, quelques-uns seront-ils susceptibles de présenter avec la théorie des fonctions d'une variable complexe une analogie plus étroite encore? C'est un point que je ne puis en ce moment décider, mais dont je me réserve de faire une étude approfondie. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Dans la séance du 8 juin dernier, M. Miculesco a présenté à l'Académie une Note sur un procédé de détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur qu'il croit nouveau. Ce procédé comprend naturellement deux genres de mesures distinctes :

» 1° La mesure de la quantité de travail développé dans un temps donné;

» 2° Celle de la quantité de chaleur correspondante.

» Dans toutes les expériences faites jusqu'en ces derniers temps, la mesure du travail mécanique laissait à désirer, surtout quand ce travail était produit par une machine animée d'un mouvement de rotation. Ainsi, dans les expériences entreprises par Joule et autres savants sur la chaleur développée par l'agitation de l'eau ou du mercure, le travail mécanique était produit par la chute d'un poids, mais une partie seulement de ce travail était transformée en chaleur mesurable par le calorimètre. Il fallait faire des corrections pour tenir compte des frottements des axes qui concouraient bien aussi à la production de la chaleur, mais dans une autre partie de l'appareil que celle où se faisaient les mesures calorimétriques. La même observation s'applique aux expériences dans lesquelles M. Violle faisait tourner un disque de cuivre entre les branches d'un électro-aimant.

» Frappé de ces inconvénients, j'imaginai, vers 1880, le procédé qui est décrit dans la Communication de M. Miculesco, et qui a été depuis employé avec quelques modifications par M. d'Arsonval.

» Ce procédé, qui s'applique à une foule de recherches autres que celle

de l'équivalent mécanique de la chaleur, est basé sur les considérations suivantes. Dans toutes machines, il y a des pièces fixes et des pièces mobiles; si l'on rend mobiles les pièces fixes (mais en ne leur permettant qu'un très petit déplacement), il suffit de mesurer l'effort auquel elles sont soumises pour en conclure le travail développé par les pièces mobiles. L'exemple le plus simple que l'on puisse prendre de l'application de ce principe est précisément celui que j'ai réalisé le premier en 1881 : la machine dynamo-électrique à inducteurs mobiles montés sur couteaux. J'ai décrit publiquement cette machine pour la première fois en 1881 au Congrès international des Électriciens, dans sa séance du 19 septembre (*voir* le *Compte rendu* des travaux du Congrès publié par le Ministère des Postes et Télégraphes, p. 350) [1], et je signalai même le parti que l'on pouvait en tirer pour mesurer l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Au mois de février 1882, je construisis une machine à inducteurs mobiles montés sur couteaux, qui me servit à faire une série d'expériences, dont une partie a été publiée dans le journal *La lumière électrique* (numéros du 17 juin 1882 et du 23 décembre 1882). Le 26 août de la même année, je communiquai au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences (session de la Rochelle) le projet des expériences que nous devions faire en commun, M. d'Arsonval et moi, sur l'équivalent mécanique de la chaleur et dans lequel l'organe ayant pour mission de transformer le travail en chaleur était un tube de cuivre monté sur couteaux (dispositif que j'avais d'ailleurs déjà appliqué dans mon indicateur magnétique de vitesse). La description sommaire de l'ensemble de l'appareil se trouve dans le *Compte rendu* du Congrès de 1882, page 235.

» Enfin, en 1889, je fis étudier les plans d'une machine dynamo-électrique puissante (cent cinquante chevaux), qui figura à l'Exposition de 1889 et dont les inducteurs, montés sur une suspension très mobile, analogue à celle des grosses cloches de cathédrale, étaient susceptibles d'un petit déplacement combattu par un ressort dynamométrique, qui faisait connaître à chaque instant le couple appliqué aux inducteurs et, par con-

---

(1) Voici textuellement le passage en question : « L'orateur (M. Deprez) signale également pour la mesure du travail absorbé par les machines un dispositif qu'il a imaginé. Il consiste à rendre mobile le bâti qui porte les électro-aimants inducteurs. L'effort d'entraînement exercé par la bobine sur ce bâti mesure exactement le travail dépensé. On peut peser cet effort en maintenant en place le bâti mobile à l'aide d'un levier chargé d'un poids... »

séquent, à l'anneau. Cette machine a été décrite dans le numéro du 12 avril 1890 de *La lumière électrique*, et dans cette description je fais ressortir le côté général de ma méthode dynamométrique, qu'on peut appliquer à un grand nombre de questions de Mécanique expérimentale où les dynamomètres ordinaires ne pourraient rendre aucun service. Elle permet d'étudier séparément le travail consommé par chacun des organes d'une machine quelconque. Dans le cas d'une machine dynamo-électrique, par exemple, en suspendant les inducteurs sur couteaux et en fixant au sol les balais et les paliers de l'axe de l'anneau, on élimine d'un seul coup la mesure de toutes les forces autres que celles qui sont exclusivement électriques ou magnétiques. Cette méthode s'appliquerait facilement aux ventilateurs, aux pompes centrifuges, etc.

» Le procédé calorimétrique employé par M. Miculesco, et qu'il appelle *méthode à température constante*, a été employé dès 1860, par Hirn, dans ses expériences sur l'équivalent mécanique de la chaleur. Il est décrit à la page 106 de son *Exposition analytique et expérimentale de la Théorie mécanique de la chaleur*, édition de 1862. Dans ces dernières années, M. d'Arsonval en a fait de fréquentes applications.

» Je ferai connaître bientôt un appareil nouveau et très simple, destiné à la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur et qui me paraît réunir toutes les conditions désirables d'exactitude.

» En terminant, je ferai remarquer que, lorsqu'on applique mon procédé à la mesure du travail absorbé par une machine quelconque en employant un moteur électrique, il n'est pas nécessaire de placer l'arête des couteaux de suspension du bâti dans le prolongement de l'axe de rotation de l'anneau. L'ensemble de toutes les actions *internes*, motrices et résistantes, du moteur se réduisant en effet à un couple, il suffit de placer les couteaux en un point quelconque du bâti (dans le plan horizontal passant par l'axe de rotation par exemple), et de mesurer le couple d'entraînement de l'ensemble, en ayant soin de ramener chaque fois l'axe de rotation de l'anneau dans le prolongement de l'axe de rotation de la machine qui absorbe le travail produit, condition facile à remplir.

» Dans ce cas, le moteur électrique tout entier est suspendu sur des couteaux, et il est facile de démontrer que le couple d'entraînement du bâti est rigoureusement égal au couple résistant de la machine mise en mouvement, sans qu'il y ait de correction à faire pour tenir compte du travail résistant absorbé par les frottements et résistances passives de toute nature du moteur électrique. Il est bien entendu, d'ailleurs, que tout le

système doit être équilibré de façon que son centre de gravité soit situé sur l'axe des couteaux. »

BOTANIQUE. — *De la formation des feuilles des* Æsculus *et des* Pavia *et de l'ordre d'apparition de leurs premiers vaisseaux;* par M. A. **Trécul** (1).

« Par l'ordre d'apparition de leurs folioles, ces feuilles appartiennent à ce qu'en 1853 j'ai nommé la *formation basipète digitée*, c'est-à-dire que c'est la foliole médiane qui apparaît la première au sommet de la proéminence initiale un peu comprimée, qu'une foliole latérale naît ensuite de chaque côté, puis une deuxième aussi de chaque côté, et une troisième, si la feuille doit avoir sept folioles. Celles-ci sont donc formées de dedans en dehors, ou de haut en bas, ce qui revient au même dans le cas présent.

» *Pérule.* — Les écailles protectrices des bourgeons sont formées par des pétioles surmontés de folioles avortées. Leurs faisceaux représentent ceux de la gouttière fibrovasculaire dorsale du pétiole proprement dit. En février et en mars, on peut voir souvent, dans les écailles internes les plus jeunes, l'ordre de formation de leurs premiers vaisseaux. On y peut trouver d'abord un vaisseau ou un fascicule, qui monte de la tige et qui s'élève au-dessous de la foliole médiane. Un autre naît ensuite à petite distance de chaque côté, au-dessous des premières folioles latérales; puis un ou deux autres apparaissent aussi de chaque côté et successivement, suivant le nombre des folioles existantes, en sorte que les plus externes sont les plus jeunes. Ces vaisseaux ou fascicules, en s'allongeant de bas en haut, arrivent aux folioles, dans lesquelles ils entrent suivant leur ordre de naissance. Les deux vaisseaux ou fascicules les plus externes de chaque côté sont ordinairement unis à la base de l'écaille, et sont prolongés dans la tige.

Quand ces fascicules primaires ont atteint une certaine hauteur, il s'interpose entre eux des vaisseaux secondaires, qui, souvent nés libres, à petite distance de la base, s'insèrent sur la partie inférieure des primaires, et qui, parvenus près du haut de l'écaille, se bifurquent et donnent une branche au côté adjacent de chacune des folioles voisines. Ces divers fascicules longitudinaux sont çà et là reliés par des nervures obliques.

(1) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

» Près du bas des fascicules latéraux externes il est produit un, deux ou trois rameaux vasculaires qui montent dans les côtés de l'écaille. Ces rameaux vasculaires peuvent être d'abord formés de courts vaisseaux libres par les deux bouts, qui s'insèrent bientôt sur le côté basilaire des fascicules latéraux externes. Ces rameaux se subdivisent à peu près dichotomiquement, et leurs ramules plus ou moins inclinés, courbés vers les bords de l'écaille, sont unis en réseau.

» *Feuilles.* — L'accroissement des faisceaux primaires des écailles de la pérule est donc basifuge ou acrogène. Celui des faisceaux des feuilles proprement dites est bien différent dans les *Æsculus Hippocastanum* et *rubicunda,* dont je parlerai d'abord.

» Quand on étudie l'évolution des feuilles de ces deux espèces, en février et en mars, on trouve fort souvent dans ces jeunes organes, hauts de $0^{mm},80$, et même moins, à $1^{mm},50$, que leurs premiers vaisseaux apparaissent, non à la base du pétiole comme dans les écailles protectrices, mais dans la moitié inférieure de chacune des folioles. Le premier de ces vaisseaux naît dans la foliole médiane. Bientôt après il en apparaît un semblable dans les deux premières folioles latérales, et un plus tard encore dans les folioles externes, suivant l'ordre de naissance de celles-ci. Ce premier vaisseau de chacune d'elles s'allonge par en haut dans la nervure médiane, et par en bas dans le pétiole. D'abord simple, il commence à être doublé d'un autre à son lieu de naissance et seulement plus tard dans toute sa longueur. On trouve fréquemment ces premiers vaisseaux allongés à des degrés divers dans la même feuille. Le médian peut arriver à la base du pétiole, et même le dépasser de beaucoup, quand les premiers vaisseaux des folioles latérales voisines ne font que commencer à déborder dans le haut de cet organe, et même quand il n'existe pas encore de premier vaisseau dans les folioles latérales les plus externes.

» Quand toutes les folioles sont pourvues de leur premier vaisseau prolongé par en bas, le pétiole en a cinq longitudinaux, si la feuille a cinq folioles, ou sept si la feuille a sept divisions. Dans le pétiole d'une feuille ayant cinq folioles, le premier vaisseau de la première foliole latérale de gauche et de droite se courbe très souvent vers l'extérieur, près du bas de ce pétiole, et quand, un peu plus tard, le premier vaisseau de la nervure médiane de la foliole externe s'allonge, il vient s'insérer sur ce vaisseau ou fascicule courbé et ils descendent ensemble dans la tige. Quand la feuille a sept folioles, c'est le premier vaisseau ou fascicule de la *deuxième foliole latérale* qui se courbe ainsi au bas du pétiole, et c'est sur lui que va

s'insérer le premier vaisseau de la foliole externe, qui est la troisième latérale. Dans ce cas, le premier vaisseau de la première foliole latérale descend directement dans la tige, ou bien il va s'unir, au bas du pétiole, avec le vaisseau ou fascicule venu de la foliole médiane.

» Sur des coupes transversales du pétiole, ces fascicules sont disposés en arc, de manière que celui qui prolonge la nervure de la foliole médiane occupe le milieu du dos de ce pétiole; tandis que ceux qui prolongent la nervure médiane des autres folioles se rangent de chaque côté, d'arrière en avant, suivant la position respective de ces folioles.

» Après l'apparition de ces faisceaux primaires du pétiole, d'autres vaisseaux naissent sur les côtés de la nervure médiane de chaque foliole. Ils commencent au bas de celle-ci, ordinairement par un court vaisseau qui, par en haut, peut être juxtaposé à ceux de la nervure médiane, et par en bas, souvent quand il est encore libre par les deux bouts, peut s'allonger et se mettre en contact, au sommet du pétiole, avec un homologue venu du côté adjacent de la foliole contiguë. L'un de ces vaisseaux, ou tous les deux, descendant dans le milieu de l'espace qui sépare deux faisceaux primaires, il en résulte le commencement d'un fascicule secondaire qui, au bas du pétiole, s'allie à l'un ou aux deux faisceaux primaires voisins. On le trouve parfois arrêté plus haut au contact de l'un de ces deux faisceaux. D'autres fois, les vaisseaux nés aux côtés de la nervure médiane de deux folioles adjacentes ne s'unissent pas au sommet du pétiole; ils restent séparés, indépendants l'un de l'autre. Dans ce cas, au lieu d'un seul faisceau secondaire interposé, il y en a deux. Ainsi se trouve accru le nombre des faisceaux pétiolaires dorsaux-latéraux. Il est à remarquer que ces faisceaux interposés achevés sont placés ordinairement, ou très souvent, sur un plan un peu plus interne que les faisceaux primaires (*Æsculus Hippocastanum*, *rubicunda*, etc.).

» L'ordre d'apparition des premiers vaisseaux des faisceaux primaires et secondaires est notablement différent dans les *Pavia macrostachya*, *lutea*, *rubra*, *californica*, etc. Il y naît bien, très fréquemment aussi, des premiers vaisseaux dans les nervures médianes des folioles avant qu'il en existe dans le pétiole, et ils s'allongent plus ou moins par en bas dans cet organe; mais il arrive ordinairement ou du moins très souvent qu'il naît au bas de celui-ci, ou même dans la tige, des vaisseaux qui montent à la rencontre de ceux qui descendent et s'unissent avec eux. Cette double origine ascendante et descendante des vaisseaux a lieu non seulement pour les faisceaux primaires, mais aussi pour les secondaires (*Pavia califor-*

nica, *rubra*, *macrostachya*, etc.). Assez souvent cette double manière de naître est à peu près simultanée en haut et en bas. Dans beaucoup de cas, c'est la partie supérieure basipète qui apparaît la première, tandis que d'autres fois c'est la partie inférieure basifuge ou ascendante qui précède la supérieure. Ce dernier état est fréquent pour les faisceaux secondaires, plus rare pour les faisceaux primaires. Un bel exemple m'en a été donné par une feuille haute de $2^{mm},50$ du *Pavia rubra*. Une foliole latérale externe n'avait encore aucun vaisseau dans sa nervure médiane, quand, au bas du pétiole, ce qui devait être le prolongement de cette nervure, en possédait un qui était inséré déjà, comme d'habitude, sur le bas courbé du vaisseau appartenant à la foliole latérale voisine. Tel est en résumé l'ordre de formation des faisceaux dorsolatéraux des pétioles des *Æsculus* et des *Pavia*.

» J'ajouterai ici incidemment que, le 31 janvier, une feuille d'*Æsculus Hippocastanum*, haute de 1^{mm}, m'a offert, outre les premiers vaisseaux débutant dans les trois folioles du milieu, un fascicule vasculaire conique, monté de la tige dans le pétiole; il n'avait aucun rapport direct avec les vaisseaux de la nervure de la foliole médiane placée au-dessus, dont il était très éloigné. Dans une autre feuille, il y avait de plus, à petite distance dans le côté droit du pétiole, un court vaisseau situé au-dessous de la première foliole latérale de ce côté.

» Ces deux faits, en quelque sorte exceptionnels dans cet *Æsculus*, et qui vraisemblablement sont dus à la lenteur de la végétation à cette époque, ont été présentés aussi par les *Pavia californica* et *lutea*, observés en février, en mars et au commencement d'avril. En effet, il n'est pas rare de trouver un vaisseau dans leur pétiole, avant même qu'il en existe dans les folioles. La disposition des premiers vaisseaux, surtout dans le *Pavia californica*, présente des aspects assez variés, que je ne puis retracer ici. Mais quels que soient ces aspects, quand l'ébauche de tous les faisceaux est achevée, la disposition générale de ces faisceaux est toujours la même.

» Quelques-uns de ces aspects, et aussi l'accroissement ascendant de la partie inférieure des faisceaux primaires et secondaires des divers *Pavia* cités, tendent à rapprocher l'évolution des premiers vaisseaux des feuilles proprement dites de celle des vaisseaux des écailles protectrices.

» Le développement ascendant des vaisseaux de ces écailles, que j'ai décrit au commencement de cette Communication, peut être vérifié vers la fin d'avril, en mai et même actuellement, quand toutes les feuilles contenues dans le bourgeon formé l'année précédente, et qui doivent s'épa-

nouir durant le printemps, sont ébauchées; parce qu'alors débutent déjà les écailles du bourgeon dont les feuilles s'épanouiront l'année suivante.

» Pendant cet épanouissement des feuilles, la végétation s'affaiblit dans celles du sommet du rameau, de façon que souvent les dernières arrivées à la lumière n'ont que des folioles extrêmement petites. Les bases de leurs pétioles constituent les premières écailles de la pérule qui enveloppe le nouveau bourgeon jusqu'au printemps suivant.

» L'affaiblissement de la végétation continuant dans le bourgeon, dont les feuilles viennent de s'épanouir, les folioles des dernières feuilles ébauchées restent rudimentaires. La vie, en quelque sorte, les abandonne et ne se manifeste que par l'accroissement du pétiole qui s'élargit, s'épaissit notablement et verdit chez les écailles les plus externes, tandis que leur partie supérieure se détruit; cette partie supérieure reste stationnaire dans les dernières produites. C'est le ralentissement de la végétation en haut de ces organes qui fait que les vaisseaux ne s'y développent pas tout d'abord. La naissance de ceux-ci suit les progrès de la végétation; ils apparaissent de bas en haut. Au contraire, quand plus tard la végétation devient plus active dans le bourgeon, elle est plus puissante principalement dans l'extrémité supérieure des feuilles ébauchées qui, dans ce cas, accroissent surtout leurs folioles. Le développement de celles-ci l'emporte alors de beaucoup sur celui du pétiole. Dans les jeunes feuilles-écailles, c'était le pétiole qui prédominait grandement. C'est évidemment à cette plus grande activité de la végétation des jeunes folioles qu'est due la précocité de l'apparition de leurs premiers vaisseaux. Ces organes, nés d'abord dans leur nervure médiane, progressent ensuite de haut en bas. Cette direction du développement des vaisseaux n'est point, du reste, un fait particulier aux feuilles des *Æsculus :* on l'observe dans l'évolution des feuilles d'un assez grand nombre de végétaux.

» Pendant et après l'ébauche des faisceaux de la gouttière fibrovasculaire dorsale, il en naît d'autres à la face antérieure du pétiole. Ils sont situés, dans les coupes transversales, suivant la corde de l'arc fibrovasculaire. Ils ferment par conséquent ladite gouttière sur toute la longueur de l'organe. Ils sont déjà très développés dans des pétioles de 2^{mm}. J'en ai vu débuter dans un pétiole de 1^{mm} de longueur (*Æsculus Hippocastanum*). Au sommet du pétiole, chacun d'eux ne correspond pas à une foliole particulière. En les suivant de bas en haut, après avoir enlevé le tissu cortical qui les couvre, on les voit se dilater notablement sur le sommet pétiolaire, puis se diviser, et chacun donner des branches à la face antérieure de la nervure médiane de deux folioles contiguës.

» Les nervures médianes des folioles sont construites sur le même type que le pétiole. Il y a une gouttière dorsolatérale relativement profonde, formée d'un faisceau médian dorsal et de trois, quelquefois quatre faisceaux de chaque côté, laquelle gouttière est fermée par trois ou quatre faisceaux qui, un peu au-dessus de l'insertion des folioles, se fusionnent en un seul, large, symétrique des faisceaux antérieurs pétiolaires (*Æsculus Hippocastanum*).

» En outre des faisceaux dorsaux, latéraux et antérieurs du pétiole et des nervures médianes des folioles, il y a encore, dans la région centrale parenchymateuse (ou médullaire) de ces organes, un ou plusieurs faisceaux. Il y en a un dans le milieu de chaque nervure médiane des folioles, deux, trois ou quatre vers le milieu de la hauteur du pétiole de l'*Æsculus Hippocastanum;* il y en a cinq ou six en bas de cet organe, et sept ou huit près du sommet. L'*Æsculus rubicunda* en présente davantage, jusqu'à dix ou onze au sommet. Il y en a aussi dans le *Pavia rubra*. Il n'en existe pas dans le pétiole du *Pavia californica*.

» Dans les feuilles âgées de l'*Æsculus Hippocastanum*, ils ont fréquemment tous leurs vaisseaux à la périphérie, avec le liber au centre. D'autres fois, les vaisseaux ne forment qu'un cercle incomplet, ou n'occupent que deux points opposés ou un seul point de leur surface. Dans ce cas, ils sont diversement orientés. Ces faisceaux parcourent le pétiole dans toute sa longueur. Au bas de cet organe, ils s'insèrent sur des faisceaux antérieurs et sur des latéraux. J'en ai vu un s'insérant par trois branches sur trois faisceaux différents, sur deux latéraux et sur un dorsal. Dans l'*Æsculus rubicunda*, où ils sont disposés suivant une sorte de triangle ou de croissant sur des plans divers, on en trouve qui s'unissent deux à deux avant de s'insérer sur un faisceau latéral périphérique ou sur un collatéral du faisceau dorsal médian.

» En les examinant de bas en haut dans le pétiole, on en peut voir qui s'allient et se fusionnent. Il en résulte que ces faisceaux centraux sont moins nombreux vers le milieu de la hauteur du pétiole; mais vers le haut de celui-ci on en observe en voie de division. Là, près du sommet, six sont rangés suivant un arc, avec un ou deux autres sur la corde de cet arc (*Æsculus Hippocastanum*).

» Une dissection attentive montre leurs rapports avec les faisceaux périphériques et avec ceux des nervures médianes des folioles. Au sommet du pétiole, un faisceau central se bifurque vis-à-vis de chaque angle qui sépare la base de deux folioles adjacentes : une branche s'adjoint aux fais-

ceaux latéraux du bas d'une de ces folioles et l'autre branche aux faisceaux latéraux de la foliole voisine.

» En suivant de haut en bas le faisceau central si délicat de la nervure médiane de chaque foliole, on le voit ordinairement se bifurquer à son entrée dans le pétiole : une branche va s'unir à l'un des faisceaux pariétaux voisins, tandis que l'autre branche aboutit à l'un des faisceaux centraux pétiolaires. D'autres fois, les deux branches descendent dans le pétiole et s'allient chacune à un faisceau central différent; ou bien encore, après s'être reliées par un court rameau, aux périphériques du voisinage, elles se rapprochent l'une de l'autre et se fusionnent en un seul faisceau central.

» Dans la base dilatée du pétiole, les faisceaux antérieurs se rapprochent de ceux qui forment la gouttière dorsale et s'adjoignent aux primaires. Les faisceaux secondaires interposés à ceux-ci s'y ajoutent également. Il en résulte qu'il ne reste à l'insertion de la feuille qu'un nombre de faisceaux égal d'ordinaire à celui des folioles. C'est pour cela que les cicatrices laissées sur les rameaux après la chute des feuilles ne présentent la trace que de cinq ou de sept faisceaux. Quelquefois pourtant, mais bien rarement, il y en a six. Alors, avec le dorsal, il en existe trois d'un côté et deux de l'autre. Et j'ai remarqué que si cela a lieu dans des feuilles de la même paire, le nombre trois de l'une est opposé à celui de l'autre feuille, et symétriquement le nombre deux de l'une au nombre deux de l'autre. Ce qui est bien remarquable, c'est que les deux feuilles peuvent n'avoir chacune que cinq folioles (*Æsculus Hippocastanum*).

» En grandissant, chaque foliole produit des nervures pinnées de chaque côté de la nervure médiane, et à son bord, de chaque côté aussi, des dents qui présentent une particularité bien singulière. C'est que ces dents qui commencent à se montrer un peu au-dessous de l'acumen, dans des folioles hautes de $0^{mm},60$ à $0^{mm},80$, ne terminent pas les nervures pourvues de vaisseaux les plus âgées. Un peu plus tard, il en est formé plusieurs autres de bas en haut au-dessus des premières, sur les côtés de l'acumen, et d'autres de haut en bas au-dessous, sur le bord inférieur de la foliole (*Æsculus Hippocastanum*).

» Les premiers vaisseaux des nervures pinnées apparaissent dans les plus longues de celles-ci, qui sont situées dans la région moyenne la plus ample de la lame, et qui correspondent, non aux dents ébauchées les plus saillantes, mais aux plus larges. Ces dents de la région moyenne sont plus larges que les autres, parce qu'elles doivent produire un plus grand nombre de dents secondaires. Elles en donnent souvent cinq, quelquefois

six et sept, qui naissent de bas en haut sur leur côté externe, libre au bord de la lame ([1]). Les dents secondaires inférieures, qui sont les plus âgées, peuvent porter des dents de troisième ordre. Les dents primaires situées dans la région supérieure de la lame et celles qui sont au-dessous dans la région inférieure ne donnent qu'un plus petit nombre de dents secondaires, qui va en diminuant de bas en haut vers le sommet de la foliole, de haut en bas vers la base de celle-ci. Tout en bas, la lame n'est fréquemment plus dentée du tout sur une certaine longueur (*Æsculus Hippocastanum*).

» La distribution des dents a donc lieu suivant une formation mixte. Il en est de même de l'apparition des vaisseaux dans les nervures pinnées. Les premiers vaisseaux naissent dans les nervures de la région moyenne, les autres nervures en sont pourvues de bas en haut dans la partie supérieure de la lame, de haut en bas dans la partie inférieure (*Æsculus* et *Pavia* divers).

» Les rameaux vasculaires des nervures pinnées qui vont aux dents secondaires naissent régulièrement et successivement de bas en haut, les premiers de ces vaisseaux correspondant aux dents secondaires inférieures. Quand une dent secondaire porte une dent tertiaire, cette dernière a d'ordinaire son premier vaisseau inséré sur celui de la dent secondaire. Quelquefois cependant ce premier vaisseau de la dent tertiaire est inséré sur celui d'une nervure voisine appartenant au réseau vasculaire. Il y a donc un ordre d'apparition basifuge des vaisseaux dans la partie supérieure des nervures pinnées. Mais, pendant que ce développement vasculaire commence dans les premières dents secondaires, à l'intérieur de feuilles d'environ 12^{mm} de hauteur totale, il s'en fait au-dessous un autre que je ne veux pas toutefois déclarer nettement basipète, sur la partie de chaque nervure pinnée qui est plongée dans le parenchyme de la lame. Sur le faisceau vasculaire de chacune de ces nervures, il naît, après le premier vaisseau qui va à la dent secondaire inférieure, un peu plus bas sur le même côté externe, un premier vaisseau qui s'allonge dans une nervure transverse parcourant le parenchyme interposé à deux nervures pinnées voisines. Un deuxième vaisseau transverse apparaît ensuite un peu plus bas, puis un troisième et un quatrième, etc. Ces vaisseaux, à peu près

---

([1]) Les dents primaires de la moitié supérieure des folioles de l'*Æsculus rubicunda* sont bien plus frappantes encore, parce qu'étant plus grandes elles portent des dents secondaires sur les deux côtés.

droits ou flexueux, s'étendent parfois jusqu'à la nervure pinnée voisine, mais très souvent ils s'arrêtent en chemin, se bifurquent et leurs branches s'unissent avec des vaisseaux analogues ou avec des vaisseaux venus du côté supérieur correspondant de la nervure pinnée adjacente. Il en résulte des mailles dans lesquelles, un peu plus tard, en sont formées de plus petites qui complètent le réseau vasculaire. La même production vasculaire s'opère dans tous les intervalles des nervures pinnées, de bas en haut dans la moitié supérieure de la foliole, de haut en bas dans la partie inférieure. »

PHYSIOLOGIE. — *De la glycolyse hématique apparente et réelle, et sur une méthode rapide et exacte de dosage du glycogène du sang;* par MM. **R. Lépine** et **Barral.**

« A un chien à l'inanition depuis plus d'un jour on retire du sang artériel, en observant strictement les précautions indiquées dans notre dernière Note (*Comptes rendus*, séance du 25 mai) pour la détermination du pouvoir glycolytique du sang *non* défibriné; une portion du sang tombe au sortir de l'artère dans le sulfate de soude à plus de 90° C. pour le dosage du sucre initial, et quatre autres dans quatre ballons renfermant du sable à 39° C. De ces quatre portions, une reste à cette température pendant quinze minutes, une autre trente minutes, une autre quarante-cinq minutes, et la dernière une heure. Au bout de ces temps on dose le sucre dans chacune de ces portions (en versant le sang dans le sulfate de soude à plus de 90° C.). Si l'on représente par 100 le sucre initial, on obtient, en négligeant les décimales, les chiffres suivants :

		Perte par chaque quart d'heure.
Après 15 minutes à 39° C.	88	12
» 30 » »	81	7
» 45 » »	76	5
» 1 heure »	72	4

» Si l'on procède exactement de même chez un chien bien nourri de soupe, on constate que, dans le premier quart d'heure, la perte, loin d'atteindre 12 pour 100, est à peu près nulle.

» Pour expliquer ce résultat, on pourrait supposer que le ferment glycolytique se dégage des globules blancs plus tardivement si l'animal a été bien nourri. Mais cette hypothèse, toute gratuite, n'expliquerait pas pour-

quoi il y a fréquemment dans le premier quart d'heure, non seulement absence de perte, mais augmentation sensible de sucre. Cette augmentation paraît encore plus fréquente, mais faible d'ailleurs, dans le sérum obtenu par centrifugation du sang d'un chien bien nourri de soupe, et maintenu une heure à 39° C. On sait par nos recherches (*Comptes rendus*, séance du 23 février 1891) que le ferment glycolytique, qui est contenu dans les globules blancs, fait défaut dans le sérum. Il faut donc admettre qu'il se produit du sucre dans le sang (et même dans le sérum), sans doute aux dépens de la matière glycogène, dont l'existence éventuelle dans le sang a été admise par plusieurs auteurs, et qui, d'après M. Arnaud, y serait constante.

» Pour connaître la quantité de sucre qui se produit aux dépens du glycogène hématique, il faut, par un artifice, empêcher la glycolyse. Pour cela, après l'obtention, à plus de 90°C., d'une portion de sang pour le dosage du sucre initial, on en fait tomber quatre autres dans le sable, non à 90°C., mais presque goutte à goutte à 58°C. Nous avons montré (*Comptes rendus*, séance du 19 janvier 1891) que le ferment glycolytique est détruit à 54°C. En désignant par 100 le sucre initial, on obtient les chiffres suivants :

		Gain par chaque quart d'heure.
Après 15 minutes à 58°C.	118	18
» 30 » »	120	2
» 45 » »	120	0
» 1 heure »	120	0

» Dans un tel sang renfermant, comme on voit, une quantité assez considérable de glycogène, on l'isole facilement au moyen de la méthode de Brücke.

» Dans plusieurs cas, ayant ajouté de la salive au sang, nous n'avons pas observé que la production du sucre fût augmentée. Il semble donc que le ferment diastasique, dont l'existence dans le sang est bien connue, n'a pas besoin de l'adjonction de salive.

» En résumé, si l'on apprécie fort exactement le pouvoir glycolytique du sang d'un chien à l'inanition en soustrayant la quantité de sucre obtenue après une heure à 39°C. de la quantité initiale, il n'en est pas de même avec le sang d'un chien bien nourri de soupe : chez lui, on n'obtient de cette manière que la perte *apparente* et non la perte *réelle*. Pour avoir cette dernière, il faut ajouter à la perte apparente la quantité de sucre qui s'est produite pendant le même temps et qui est vraisemblablement égale au

gain que l'on obtient par le chauffage à 58° C. A cette dernière température, la transformation du glycogène en sucre est très prompte; aussi, au bout d'une heure, est-on sûr de doser (à l'état de sucre) la totalité du glycogène du sang. »

MÉMOIRES LUS.

TÉLÉPHONIE. — *Sur un récepteur téléphonique de dimensions et de poids réduits, dit* bitéléphone. Note de M. E. Mercadier.

(Renvoi à la Section de Physique.)

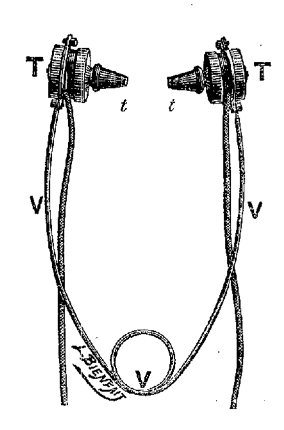
« A la suite de mes recherches sur les effets téléphoniques, notamment de celles dont les résultats ont été insérés dans les *Comptes rendus*, les 8 et 15 avril 1889, 12 et 19 janvier 1891, j'ai été conduit aux conclusions suivantes : Dans un téléphone qui doit servir de récepteur, il est possible d'obtenir à la fois la *netteté* dans la reproduction des inflexions variées de la parole articulée, et l'*intensité* nécessaire pour tous les usages du téléphone. Pour cela, il suffit : 1° de donner au diaphragme du téléphone l'épaisseur juste suffisante pour absorber toutes les lignes de force du champ de son aimant; 2° de diminuer le diamètre jusqu'à ce que le son fondamental et les harmoniques du diaphragme encastrés soient plus aigus que ceux de la voix humaine, c'est-à-dire plus aigus que l'ut_5.

» On reconnaît, en outre, qu'en satisfaisant à ces deux conditions, on peut obtenir, avec des téléphones à champ magnétique très faible, des résultats comparables en intensité et supérieurs en netteté à ceux qu'on obtient avec des appareils à champs beaucoup plus intenses, et qui, par conséquent, ont un poids et un volume beaucoup plus considérables.

» On conçoit dès lors qu'on puisse : d'une part, prendre des aimants très petits à deux branches ou même à une seule, comme ceux des téléphones Bell primitifs, et, par suite, des bobines très petites, ce qui permet de réduire dans la proportion de 1 à $\frac{1}{4}$ le poids de cette partie du téléphone; d'autre part, réduire, comme on l'a indiqué ci-dessus, l'épaisseur et surtout le diamètre du diaphragme, d'où résulte d'abord une diminution du volume de la boîte où il est encastré, et, secondement, par suite de la minceur de ce diaphragme, la possibilité de l'encastrer solidement, tout en remplaçant les boîtes métalliques par des boîtes en ébonite, ce qui diminue encore considérablement le poids total de l'appareil.

» Ayant eu besoin d'employer, dans certaines recherches d'électricité, des téléphones pouvant servir de galvanoscopes très sensibles, j'ai songé à utiliser les résultats précédents pour construire un téléphone très léger, pouvant rester fixé aux oreilles pendant des journées entières sans fatigue pour l'opérateur, et laissant les deux mains constamment libres.

» J'ai réalisé plusieurs types d'instruments de ce genre, en employant des téléphones à un ou à deux pôles, réunis par un ressort en fil d'acier de 2^{mm} de diamètre, V, comme l'indique la figure ci-contre qui représente, réduit au quart de sa grandeur, l'un de ces appareils auxquels j'ai donné le nom de *bitéléphones*. La boîte est en ébonite, le couvercle est terminé par



des ajutages recouverts d'embouts en caoutchouc *tt*, qui peuvent être retirés et changés à volonté (chaque opérateur ayant les siens pour son usage personnel) et qui pénètrent à l'intérieur des oreilles par suite d'une faible torsion d'arrière en avant opérée préalablement sur le ressort. Ils s'appuient ainsi sur le conduit auditif, et une légère pression du ressort V qui passe sous le menton de l'opérateur, réglée par lui en écartant plus ou moins les deux branches du V, maintient les deux téléphones contre les oreilles. Ceux-ci ne pesant que 50^{gr} (alors que les téléphones ordinaires pèsent environ 400^{gr}), et ne dépassant pas 3^{cm} à 4^{cm} de diamètre, ne produisent pas de fatigue, ni même de gêne, au bout de quelques minutes d'usage.

» Le ressort en acier peut servir à relier électriquement deux des quatre bouts des bobines, de sorte qu'il suffit de deux cordons pour relier l'instrument aux appareils pour lesquels il doit servir. Ce ressort peut d'ailleurs être aimanté et contribuer à renforcer ou à maintenir l'aimantation des

aimants des téléphones. Il peut, par suite, jouer un triple rôle : mécanique, électrique et magnétique.

» Les bitéléphones, imaginés ainsi pour un usage scientifique, ont été essayés comme récepteurs avec les microphones transmetteurs ordinaires sur des réseaux téléphoniques, notamment sur des lignes souterraines de 50^{km} à 75^{km} de longueur, sur une ligne de 800^{km}, sur la ligne récemment construite de Paris à Londres; ils ont donné de bons résultats qui les ont fait accepter parmi les appareils dont l'emploi est autorisé par l'État dans les réseaux téléphoniques.

» Cet instrument s'adapte à tous les systèmes de transmetteurs téléphoniques en usage; il peut être utilisé par les personnes, si nombreuses, qui, possédant un poste téléphonique, ont besoin, soit de prendre des notes pendant qu'elles transmettent ou reçoivent des messages téléphonés, soit même de les écrire intégralement. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète découverte à l'Observatoire de Nice, le* 11 *juin* 1891. Note de M. **Charlois**.

Dates 1891.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 11.....	14. 0.16	17.22.53,01	$\bar{1}$,359	113.10.55,5	$0,892_n$
12.....	10.55.26	17.22. 5,60	$\bar{1},100_n$	113.11. 5,6	$0,905_n$

» La planète est de 13ᵉ grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Charlois* (1891, *juin* 11), *faites à l'Observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$; par MM. **Rambaud** et **Sy**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1891.	Étoile de comparaison.	Grand.	Planète — Étoile. Ascension droite.	Planète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comp.	Obs.
			m s	′ ″		
Juin 12 ...	*a* Zones d'Argel. Cat. Vienne, n° 13378	9	+0.31.19	−2. 4.6	18:10	R.
12 ...	*a* »	»	+0.30.24	−2. 5.1	18:10	S.
13 ...	*a* »	»	−0.24.08	−2.15.6	18:14	R.
13 ...	*a* »	»	−0.24.36	−2.17.9	12:12	S.

Position de l'étoile de comparaison.

Étoile.	Ascension droite moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1891,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	17.21.30,52	+1,95	−23.8.53,5	−5,3	Argelander
a	»	+1,96	»	−5,3	»

Positions apparentes de la planète.

Dates 1891.	Temps moyen d'Alger.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 12.......	11.21.59	17.22. 3,66	$\bar{2},908_n$	−23.11. 3,4	0,882
12.......	11.41.57	17.22. 2,71	$\bar{2},558_n$	−23.11. 3,9	0,883
13.......	11.42.30	17.21.08,40	$\bar{2},413_n$	+23.11.14,4	0,884
13.......	11.50.31	17.21.08,12	$\bar{3},894_n$	−23.11.16,7	0,884

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Phénomène lumineux extraordinaire observé sur le Soleil.* Note de M. **E.-L. Trouvelot**, présentée par M. Janssen.

« Le 17 juin 1891, à $10^h 16^m$, temps moyen de Paris, je projetais l'image solaire sur un écran, quand mon attention fut éveillée par un phénomène lumineux extraordinaire, qui ne ressemblait en rien à ce que j'avais observé jusqu'alors sur le soleil.

» Tout contre le bord occidental de l'astre, on voyait une tache lumineuse sous-tendant un angle de 3° sur le limbe, qui surpassait bien loin en éclat les facules les plus brillantes que j'ai observées jusqu'ici. La lumière n'était pas blanche comme celle des facules, mais légèrement jaunâtre et avait une ressemblance frappante avec celle des lampes à incandescence, un peu avant qu'elle n'acquière son maximum d'éclat : un phénomène d'absorption sans doute, peut-être dû à l'épaisseur considérable de l'atmosphère solaire du limbe. Cette lumière avait un aspect tout particulier, qui la distinguait à première vue de celle des facules, même les plus brillantes. Son apparence était plutôt celle d'un flambeau, brillant sur le fond sombre de cette partie du Soleil, que celle d'une facule incandescente.

» Ma première impression fut que j'avais affaire à une illusion, et que la lumière solaire, passant par quelque étroite ouverture autour de l'oculaire, était la cause du phénomène; mais je fus bien vite convaincu qu'il était solaire.

» En effet, une minute plus tard, il apparaissait, un peu au nord de cet objet, une espèce de facule étroite, parallèle au limbe, dont elle était peu distante, et s'étendant sur un arc de 5° à 6°. Cet objet, un peu moins éblouissant que le premier, émettait la même qualité de lumière. Sur le long de son bord intérieur, on distinguait quelques petits points noirs semblables à ceux que l'on voit si souvent sur le bord des facules qui sont proches du limbe.

» Après deux ou trois minutes passées à observer ces phénomènes, j'adaptai lestement le spectroscope à la lunette, et deux minutes plus tard j'observais les phénomènes qui étaient situés : le premier à 281° et le second de 286° à 292°. Le premier consistait en un centre éruptif, duquel s'échappaient des espèces de bombes volcaniques extra-incandescentes, qui s'élançaient dans les hauteurs à 2′ ou 3′ au-dessus de la chromosphère, où elles restaient comme suspendues, et apparaissaient, comme des globules éblouissants, sur le fond lumineux rougeâtre sur lequel elles étaient projetées.

» Malgré l'éclat éblouissant de cette éruption, je fus déçu dans mon attente, et il devint évident pour moi que le phénomène lumineux s'était notablement affaibli pendant les quelques minutes passées à ajuster le spectroscope. Voulant m'assurer du fait, je retirai promptement cet instrument et le remplaçai par l'oculaire, et je projetai de nouveau l'image sur l'écran. Là, où quelques minutes plus tôt étincelait une si éblouissante lumière, on ne voyait rien d'inusité, pas même la plus faible trace de facule.

» Ceci constaté, le spectroscope fut replacé en position. La protubérance avait le même éclat qu'auparavant, mais les globules étincelants étaient remplacés par des filaments nombreux et fort brillants, qui s'élevaient à une plus grande hauteur.

» Malgré le vif éclat de cette protubérance, fort peu de raies du spectre se trouvaient renversées. Outre les raies ordinaire C, D^3, F et G qui étaient toutes excessivement brillantes, on ne voyait que la raie 6676,8, dans le rouge, le groupe petit *b* dans le vert, et une raie imparfaitement identifiée dans le bleu; peut-être 4394,8, ou une autre raie située dans son voisinage immédiat. Sur les deux raies du sodium D^1 et D^2, on ne voyait aucun indice de renversement.

» A $10^h 24^m$, les jets lumineux les plus élevées de la protubérance atteignaient la hauteur de 5′24″. Au-dessus on distinguait une lumière diffuse sans structure bien définie. Du reste, les vapeurs lactées de notre atmosphère réduisaient l'éclat du phénomène.

» Cette protubérance causait des déplacements considérables sur la raie C et les autres raies, les déplacements se faisant par place du côté le plus réfrangible des raies, et par d'autres sur le côté le moins réfrangible. Dans la partie inférieure de la protubérance, où les déplacements atteignaient leur maximum, les déviations atteignaient 9,5 dix-millioniémes de millimètre de longueur d'onde. A mi-hauteur de la protubérance, l'un de ses filets causait une déviation un peu moindre que celle que nous venons d'énoncer.

» A midi, l'éruption est un peu moins violente, mais les jets lumineux sont encore brillants et très élevés.

» Le 18 juin, à 9^h30^m, l'énergie éruptive de la protubérance est encore forte, et ses jets atteignent une grande hauteur. Ils changent rapidement de forme, l'activité du phénomène augmentant et diminuant alternativement. Quand elle augmente, les jets, qui acquièrent une netteté extraordinaire, sont parallèles de leur base jusqu'à une certaine hauteur. Il semblerait qu'ils sont étirés et visqueux, comme s'ils sortaient sous forte pression d'étroites ouvertures. Après s'être élevés presque parallèlement jusqu'à une certaine hauteur, ils décrivent des courbes qui vont s'accentuant et qui, s'élevant à différentes hauteurs, retombent vers le Soleil dans toutes les directions. Quand l'activité diminue, la partie supérieure des filaments tend à se dilater et revêt, de plus en plus, l'aspect des protubérances non éruptives. A 2^h45^m, le calme est rétabli, et toute trace de protubérance éruptive a disparu.

» Dans la littérature solaire, nous ne voyons que les deux observations simultanées, dues à Carrington et Hodgson (*Monthly Notices R. A. S.*, vol. XX, p. 13-16), faites le 1er septembre 1859, qui semblent avoir quelque rapport avec le phénomène que nous avons observé. Simultanément, avec l'éruption observée en 1859, une forte perturbation magnétique était observée à Kew, et des aurores polaires intenses illuminaient le ciel dans la nuit qui suivit l'éruption. En a-t-il été de même pour l'éruption de 1891? »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la détermination des surfaces spirales d'après leur élément linéaire.* Note de M. L. Raffy, présentée par M. Maurice Lévy.

« Aux termes d'un beau théorème, dû à M. Maurice Lévy [1], *étant donnée une spirale quelconque, il en existe une double infinité d'autres, qui sont*

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 788.

applicables sur elle. Leur détermination dépend d'une équation que nous allons mettre sous une forme remarquable.

» On sait que tout élément linéaire de spirale peut s'écrire

$$(I) \qquad ds^2 = e^{2v} U^2 (du^2 + dv^2),$$

en désignant par U une fonction de u. D'autre part, toute spirale est représentée en coordonnées semi-polaires par les formules

$$z = z_0 e^v, \qquad r = r_0 e^v, \qquad \theta = \omega_0 + kv,$$

où z_0, r_0, ω_0 sont des fonctions de u, et k une constante. En identifiant son élément linéaire avec le précédent, on trouve les trois conditions

$$z_0'^2 + r_0'^2 + \omega_0'^2 r_0^2 = U^2,$$
$$z_0 z_0' + r_0 r_0' + k\omega_0' r_0^2 = 0,$$
$$z_0^2 + (1 + k^2) r_0^2 = U^2,$$

où les accents désignent des dérivées. Ce système détermine les trois fonctions inconnues.

» Dans l'hypothèse particulière $1 + k^2 = 0$, qui ne convient qu'à des spirales imaginaires, l'élimination de z_0 et de ω_0' donne

$$(U^2 - U'^2) r_0^2 + 2UU' r_0 r_0' + U^2 U'^2 = 0,$$

équation linéaire par rapport à r_0^2. On peut donc trouver par quadratures seulement une infinité simple de spirales imaginaires applicables sur toute spirale donnée.

» Dans le cas général $1 + k^2 \neq 0$, éliminons r_0 et ω_0' entre les trois équations précédentes; il vient ainsi, tous calculs faits,

$$(1) \qquad k^2 (z_0^2 + z_0'^2) = k^2 U^2 - U'^2.$$

» Telle est l'équation du problème. En la supposant intégrée, on connaît z_0, et par suite r_0; il n'y a plus qu'à effectuer une quadrature pour avoir ω_0. Or l'intégrale générale z_0 contient, outre le paramètre k, une constante arbitraire, ce qui démontre le théorème de M. Maurice Lévy.

» 2. L'équation (1), malgré sa simplicité, n'est pas de celles que l'on sait intégrer en général. Comme elle est du genre zéro par rapport à z_0 et z_0', on peut la ramener à un type étudié par divers auteurs. Posons, en effet,

$$\frac{k^2 U^2 - U'^2}{k^2} = f^2(u), \qquad z_0 = \frac{t f(u)}{\sqrt{1 + t^2}}, \qquad z_0' = \frac{f(u)}{\sqrt{1 + t^2}};$$

nous obtiendrons pour équation transformée

$$(1') \qquad \frac{dt}{du} + (t^2 + 1)\left[t\,\frac{f'(u)}{f(u)} - 1\right] = 0.$$

» Or celle-ci est visiblement intégrable par une quadrature quand la dérivée logarithmique de $f(u)$ est constante. Un moyen simple de réaliser cette circonstance consiste à prendre $U = e^{mu}$. En conséquence, *quelle que soit la constante m, on peut obtenir par des quadratures toutes les spirales d'élément linéaire*

$$ds^2 = e^{2v} e^{2mu}(du^2 + dv^2).$$

» 3. Il convient de remarquer que l'équation (1) est exactement de même forme que celle dont dépendent les lignes géodésiques des spirales. Soit, en effet, $P(u, c)$ l'intégrale générale de l'équation

$$(2) \qquad P^2 + P'^2 = U^2.$$

» On sait que les géodésiques des surfaces qui admettent l'élément linéaire (I) ont pour équation finie $e^v P'_c = \text{const.}$

» Supposons, d'autre part, qu'on ait, par un procédé quelconque, complètement déterminé les géodésiques, ce qui arrive pour diverses classes de spirales. L'équation finie de ces lignes est, d'après ce qui précède, de la forme

$$(3) \qquad F(u, e^{v_0 - v}, c) = 0,$$

v_0 et c étant les deux constantes arbitraires. Je dis qu'on en peut déduire l'intégrale générale P de l'équation (2). En effet, en différentiant l'équation (2) par rapport à c, on trouve

$$PP'_c + P'_u P''_{uc} = 0,$$

d'où l'on tire, en ayant égard à l'équation (2),

$$\frac{P}{P''_{uc}} = -\frac{P'_u}{P'_c} = \frac{U}{\sqrt{P'^2_c + P''^2_{uc}}}.$$

» Ainsi P se déduit de P'_c *par différentiation*. Or, à cause de $e^v P'_c = \text{const.}$, nous aurons P'_c (à un facteur près, ce qui suffit) par l'équation

$$(3') \qquad F(u, P'_c, c) = 0.$$

» 4. Connaissant de la sorte, pour certaines formes déterminées de la

fonction ψ, l'intégrale générale de l'équation

$$z_0^2 + z_0'^2 = \psi^2(u),$$

si l'on voulait en déduire des cas d'intégrabilité de l'équation (1), il faudrait poser

$$k^2 U^2 - U'^2 = k^2 \psi^2(u);$$

l'équation ainsi établie serait du même type et présenterait les mêmes difficultés d'intégration que la proposée. Remarquons toutefois qu'il suffirait d'en apercevoir quelque solution.

» C'est ce qui arrive, par exemple, quand on cherche les spirales applicables sur la surface engendrée par la développée d'une chaînette tournant autour de sa base; leur élément linéaire étant

$$ds^2 = e^{2v} \cos^2 \frac{u}{2} (du^2 + dv^2),$$

on est conduit à intégrer l'équation

$$k^2(z_0^2 + z_0'^2) = k^2 \cos^2 \frac{u}{2} - \frac{1}{4} \sin^2 \frac{u}{2},$$

qui, pour $2k = 1$, se réduit à $z_0^2 + z_0'^2 = \cos u$.

» Or, j'ai montré (p. 518 de ce Volume) que l'élément linéaire des spirales harmoniques peut, dans le cas général, être ramené à la forme

$$ds^2 = e^{2v} \left(a \cos^m \frac{2u}{m+2} - b \sin^m \frac{2u}{m+2} \right) (du^2 + dv^2).$$

Comme on sait trouver les géodésiques de toutes les surfaces harmoniques, on connaît, quels que soient a, b, m, l'intégrale générale de l'équation

$$z_0^2 + z_0'^2 = a \cos^m \frac{2u}{m+2} - b \sin^m \frac{2u}{m+2},$$

qui, pour $m = 2$, $a = b = 1$, se réduit à la proposée. On connaît donc une infinité simple de spirales applicables sur la surface considérée. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe particulière de congruences de droites.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Soit D une droite de la congruence; F, F′ les foyers; C le milieu de FF′; Π le plan mené par C perpendiculairement à D. Appelons surface médiane le lieu de C, surface centrale l'enveloppe de Π. Les congruences qui

font l'objet de cette Note possèdent cette double propriété; aux développables de la congruence correspondent des courbes conjuguées sur les surfaces médiane et centrale.

» Désignons par ξ, η, ζ des quantités proportionnelles aux cosinus directeurs de D; par x, y, z les coordonnées du point C; par $x_1 y_1 z_1$, $x_2 y_2 z_2$ celles de F et F'; supposons toutes ces quantités exprimées à l'aide de deux variables u et v, telles que $u =$ const., $v =$ const. représentent les développables de la congruence.

» La première condition exige que ξ, η, ζ soient solution d'une équation de Laplace à invariants égaux; ces quantités étant déterminées à un facteur près, on pourra supposer que cette équation a la forme

$$(1)\qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = \mathrm{M}\theta.$$

On aura alors

$$x_1 = x + \lambda\xi, \qquad x_2 = x - \lambda\xi,$$

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial x}{\partial u} = \lambda \dfrac{\partial \xi}{\partial u} - \xi \dfrac{\partial \lambda}{\partial u}, \\[2mm] \dfrac{\partial x}{\partial v} = -\lambda \dfrac{\partial \xi}{\partial v} + \xi \dfrac{\partial \lambda}{\partial v}, \end{cases}$$

$$\frac{\partial x_1}{\partial u} = 2\lambda \frac{\partial \xi}{\partial u}, \qquad \frac{\partial x_2}{\partial u} = -2 \frac{\partial \lambda}{\partial u}\xi,$$

$$\frac{\partial x_1}{\partial v} = 2 \frac{\partial \lambda}{\partial v}\xi, \qquad \frac{\partial x_2}{\partial v} = -2\lambda \frac{\partial \xi}{\partial v},$$

avec les formules analogues pour y et z; λ étant une quatrième solution de l'équation (1).

» Écrivons maintenant que la seconde condition est satisfaite. Les coordonnées du plan Π sont

$$\xi, \quad \eta, \quad \zeta \quad \text{et} \quad p.$$
$$p = \xi x + \eta y + \zeta z.$$

» Il faut et il suffit que p soit une solution de (1). Or on a, en tenant compte des équations (2), et en posant

$$\rho^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2,$$

$$\frac{\partial p}{\partial u} = \Sigma x \frac{\partial \xi}{\partial u} + \lambda\rho \frac{\partial \rho}{\partial u} - \rho^2 \frac{\partial \lambda}{\partial u},$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial u\, \partial v} = \sum x \frac{\partial^2 \xi}{\partial u\, \partial v} + \sum \frac{\partial x}{\partial v} \frac{\partial \xi}{\partial u} + \frac{\partial}{\partial v}\left(\lambda\rho \frac{\partial \rho}{\partial u} - \rho^2 \frac{\partial \lambda}{\partial u}\right).$$

» Or

$$\sum x \frac{\partial^2 \xi}{\partial u\, \partial v} = \mathrm{M} \sum x\xi = \mathrm{M}p.$$

On devra avoir

$$(3) \qquad 0 = -\lambda \sum \frac{\partial \xi}{\partial u} \frac{\partial \xi}{\partial v} + \frac{\partial \lambda}{\partial v} \rho \frac{\partial \rho}{\partial u} + \frac{\partial}{\partial u}\left(\lambda\rho \frac{\partial \rho}{\partial u} - \rho^2 \frac{\partial \lambda}{\partial u}\right).$$

» En différentiant par rapport à v l'égalité

$$\sum \xi \frac{\partial \xi}{\partial u} = \rho \frac{\partial \rho}{\partial u},$$

on aura

$$\sum \frac{\partial \xi}{\partial v} \frac{\partial \xi}{\partial u} = \rho \frac{\partial^2 \rho}{\partial u\, \partial v} + \frac{\partial \rho}{\partial u} \frac{\partial \rho}{\partial v} - \mathrm{M}\rho^2.$$

» L'équation (3) devient alors

$$0 = \lambda \mathrm{M} \rho^2 + 2\rho \frac{\partial \lambda}{\partial v} \frac{\partial \rho}{\partial u} - 2\rho \frac{\partial \lambda}{\partial u} \frac{\partial \rho}{\partial v} - \rho^2 \frac{\partial^2 \lambda}{\partial u\, \partial v},$$

ce qui se réduit à

$$(4) \qquad \frac{\partial \rho}{\partial u} \frac{\partial \lambda}{\partial v} - \frac{\partial \rho}{\partial v} \frac{\partial \lambda}{\partial u} = 0.$$

» Ainsi λ doit être une fonction de ρ. Le problème revient donc à trouver quatre solutions ξ, η, ζ et λ d'une équation de la forme (1) et telles que λ soit une fonction de $\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2$.

» Voici des solutions particulières :

» 1° λ constant; les surfaces focales se réduisent à des courbes.

» 2° ρ constant; les développables de la congruence touchent les surfaces focales suivant leurs lignes de courbure; les courbes conjuguées qu'on trouve sur la surface centrale sont des géodésiques.

» 3° $\lambda = \rho$; les surfaces médiane et centrale sont confondues; la surface commune est minima et la congruence est composée des normales à cette surface. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur certains systèmes de coordonnées sphériques et sur les systèmes triples orthogonaux correspondants.* Note de M. **A. Petot**, présentée par M. Darboux.

« Je me propose de montrer, dans cette Note, que la détermination des surfaces Σ, qui forment une famille de Lamé lorsqu'on les soumet à une

translation rectiligne convenable, revient à celle des systèmes sphériques orthogonaux σ, pour lesquels les paramètres différentiels q^2 et p_1^2 de l'élément linéaire de la sphère vérifient la relation

$$(1) \qquad \frac{\partial q^2}{\partial v} = \frac{\partial p_1^2}{\partial u}.$$

» Si l'on désigne par x_0, y_0, z_0 les coordonnées d'un point quelconque de la surface Σ rapportée à ses lignes de courbure (v) et (u), les équations

$$(2) \qquad x = x_0, \qquad y = y_0, \qquad z = z_0 + w$$

représentent la famille F obtenue en transportant Σ parallèlement à Oz; de plus, suivant qu'on y suppose v ou u fonction de w, elles donnent une surface qui coupe Σ dans chacune de ses positions successives suivant une de ses lignes de courbure (v) ou (u). Pour qu'il existe deux surfaces Σ' et Σ'' qui, transportées parallèlement à Oz, forment les deux familles conjuguées à F, il faut alors et il suffit que les équations

$$(3) \qquad \eta_1\, dv + b''\, dw = 0, \qquad \xi\, du + a''\, dw = 0,$$

exprimant l'orthogonalité de Σ' et Σ'' avec Σ, donnent séparément une fonction de w, la première pour v, la seconde pour u. Cela exige que $\frac{b''}{\eta_1}$ soit indépendant de u, et $\frac{a''}{\xi}$ indépendant de v. D'ailleurs ces deux conditions se ramènent à une seule

$$(4) \qquad a'' r \eta_1 + b'' r_1 \xi = 0,$$

qui exprime la propriété suivante, caractéristique des surfaces Σ :

» *Le plan* P *mené par chaque point* M *de* Σ *perpendiculairement à la droite qui joint les deux centres de courbure géodésique des lignes de courbure* (b) *et* (u) *en* M *reste parallèle à une droite fixe. Cette droite marque d'ailleurs la direction de la translation à laquelle* Σ *doit être soumise pour engendrer une famille de Lamé.*

» Connaissant Σ, on aura Σ' et Σ'' à l'aide de deux quadratures qui introduiront les deux paramètres de position v_1 et u_1 de ces surfaces. Pour rapporter les points de l'espace aux coordonnées u_1, v_1, w, on remplacera dans les équations (1) v et u par leurs valeurs en fonction de $v_1 - w$ et $u_1 - w$, que l'on obtiendra respectivement en faisant l'inversion des deux intégrales précédentes.

» Comme conséquence immédiate du théorème précédent, on remarque le suivant, que l'on peut rapprocher des résultats donnés récemment par M. Lucien Lévy dans le *Bulletin des Sciences mathématiques :*

» *Si une surface est une surface* Σ *relativement à trois translations rectilignes non parallèles à un même plan, cette surface est nécessairement un plan ou une sphère; si ces translations sont parallèles à un même plan, on doit, pour avoir toutes les surfaces* Σ *correspondantes, adjoindre au plan et à la sphère tous les cylindres dont les génératrices sont perpendiculaires à ce plan.*

» Comme les expressions $\frac{b''}{\eta_1}$ et $\frac{a''}{\xi}$ sont seulement fonctions, la première de u, la seconde de v, on peut, sans changer les lignes de coordonnées, rendre ξ et η_1 égaux respectivement à a'' et b''. La relation (4) montre alors que r est égal à $-r_1$, et de là résulte la relation (1). Réciproquement, on sait que, pour une surface donnée par sa représentation sphérique, les translations ξ et η_1 vérifient chacune une équation de Laplace; si l'on tient compte des hypothèses qui caractérisent un système σ, on voit que ξ et η_1 admettent les valeurs correspondantes

$$\xi = \alpha a + \beta a' + \gamma a'', \qquad \eta_1 = \alpha b + \beta b' + \gamma b''.$$

» On vérifie, en outre, que la surface fournie par ces valeurs de ξ et η_1 est une surface Σ pour une translation rectiligne dont les cosinus directeurs sont proportionnels à α, β, γ.

» En résumé, à chaque système σ correspond un groupe de surfaces Σ; toutes ces surfaces d'un même groupe se déduisent de trois d'entre elles par composition géométrique. Réciproquement toutes les surfaces Σ peuvent être obtenues de cette manière.

» Pour le système σ formé de méridiens et de parallèles, la relation (4) est identiquement vérifiée, car a'' et r_1 sont nuls; on reconnaît ainsi que toutes les surfaces moulures de Monge sont des surfaces Σ. Ce sont d'ailleurs, parmi les surfaces dont les normales sont tangentes à une développable, les seules qui jouissent de cette propriété.

» D'autre part, j'ai montré dans une Note antérieure que, de chaque solution de l'équation G relative au système conjugué formé par les lignes de courbure d'une surface, on peut déduire une solution correspondante de son adjointe G'. Ce résultat peut être énoncé de la manière suivante : *A chaque solution de l'équation* G *correspond une surface qui admet la représentation sphérique considérée. La différence* R — R' *entre les rayons de courbure principaux de cette surface est une solution* μ *de* G'; *et réciproquement.*

Il en résulte que, si l'on connaît une surface S admettant comme représentation sphérique un système σ, on obtiendra pour cette surface, à l'aide de quadratures, un groupe de solutions pour chacun des problèmes équivalents à celui de la représentation sphérique.

» Ces surfaces S sont d'ailleurs caractérisées par ce fait que, si on les rapporte à leurs lignes de courbure, les paramètres de leur élément linéaire vérifient aussi une relation de la forme (1). On en déduit, par exemple, que les quadriques et les surfaces minima à lignes de courbures planes sont des surfaces S. En d'autres termes, les systèmes sphériques composés d'ellipses sphériques homofocales, ou de cercles pour les deux familles, sont, comme il est facile de le vérifier, des systèmes σ. J'ai obtenu toutes les surfaces Σ correspondantes; l'espace me manque pour les donner ici.

» J'ai obtenu des résultats analogues aux précédents pour les surfaces qui engendrent une famille de Lamé quand on les soumet à un mouvement hélicoïdal convenable, et aussi pour les surfaces Σ_1 dont les homothétiques, prises relativement à un certain centre, forment une semblable famille. La propriété caractéristique des surfaces Σ_1 est une généralisation immédiate de celle des surfaces Σ : *Le plan* P, *qui pour* Σ *reste parallèle à une droite fixe, doit pour* Σ_1 *passer par un point fixe. Ce point est d'ailleurs le centre d'homothétie qui convient à* Σ_1.

» De là aussi la conséquence suivante : Si une surface est une surface Σ_1 relativement à trois centres d'homothétie non situés en ligne droite, cette surface est nécessairement un plan ou une sphère; si ces centres sont sur une même droite, on doit, pour avoir toutes les surfaces Σ_1 correspondantes, adjoindre au plan et à la sphère toutes les surfaces de révolution autour de cette droite. »

ÉLECTRICITÉ. — *De l'amortissement des oscillations hertziennes.* Note de M. V. **Bjerknes**, présentée par M. Poincaré.

« L'amortissement des oscillations électriques de l'excitateur de M. Hertz peut se déterminer par une méthode simple, quand on fait les deux suppositions suivantes :

» 1° Le mouvement de l'électricité dans le résonateur a un caractère assez simple pour être représenté par l'équation de mouvement d'un pendule agité par une force périodique.

» 2° L'amortissement de l'excitateur, et, par conséquent, celui de cette force périodique, est considérablement plus grand que celui du résonateur.

» Ces suppositions faites, on peut calculer l'intensité des oscillations du résonateur en fonction du rapport de sa période à celle de l'excitateur. On trouvera des indications suffisantes pour refaire ce calcul dans la Note V du récent Ouvrage de M. Poincaré : *Électricité et Optique*, II. Cette intensité est susceptible d'être mesurée, dans des unités choisies arbitrairement, par un procédé électrométrique ([1]); le rapport des périodes s'évalue de la manière connue au moyen de longueurs d'ondes. Il ne subsistera donc dans la formule qu'un paramètre essentiel : le décrément des oscillations émises par l'excitateur. J'ai déterminé cette constante avec une série de neuf résonateurs dont les périodes avaient des valeurs comprises entre 0,87 et 1,13, prenant celle de l'excitateur pour unité.

» En voici le résultat principal :

» Un excitateur, qui produisait dans des fils une longueur d'onde de 450^{cm}, avait le décrément logarithmique 0,26 : c'est-à-dire que le rapport de deux élongations dans le sens positif était égal à 0,77. Après une vingtaine d'oscillations, on peut donc considérer le mouvement comme devenu insensible, et le phénomène ne dure guère qu'un millionième de seconde.

» L'étincelle était dans ce cas de 1^{mm} à 2^{mm}; si on l'allonge, le décrément augmente; il y a aussi d'autres dispositions expérimentales qui produisent des effets analogues. Le décrément n'est donc pas de nature bien constante.

» En gardant toujours les suppositions 1° et 2°, on arrive à une détermination de l'amortissement du résonateur quand, aux mesures indiquées plus haut, on ajoute celles de la longueur de l'étincelle secondaire, ce qui permet d'évaluer la différence de potentiel entre les pôles du résonateur. J'ai ainsi trouvé le décrément logarithmique de 0,002. Cependant, il ne faut considérer ce nombre que comme une approximation grossière, les propriétés de l'étincelle secondaire n'étant pas assez connues. Mais quoi qu'il en soit, il y a toujours là une vérification de l'hypothèse 2°.

» De l'amortissement considérable des oscillations émises par l'excitateur, on peut tirer des conclusions importantes. Si les ondes se réfléchissent pour se propager dans le sens contraire, il y aura toujours interfé-

([1]) H. Hertz, *Mechanische Wirkungen electrischer Drahtwellen* (*Annales de Wiedemann*, t. XLII, p. 407).

rences entre une grande et une petite onde. Ce n'est donc plus dans l'acception ordinaire du mot qu'on peut se servir d'expressions telles que nœuds ou ventres; déjà dans le premier nœud, le mouvement surpasse un dixième de celui des ventres voisins; dans une distance de quelques longueurs d'ondes du miroir, la différence des maxima et des minima devient insensible.

» Le calcul, ou même un raisonnement très élémentaire, montre qu'un résonateur, placé dans ce champ d'ondes interférentes, prend des oscillations dont les amplitudes varient périodiquement en raison de la distance du miroir. Dans l'expression des amplitudes, il figure deux longueurs d'ondes, la première correspondant aux ondes émises de l'excitateur, la seconde à des ondes qui n'ont pas d'existence réelle, mais dont les longueurs correspondraient aux oscillations propres au résonateur. Si les décréments que nous venons de trouver sont justes, quand même ce ne serait que pour l'ordre de grandeur, le premier système de maxima et de minima sera caché complètement par le second après une dizaine d'oscillations. Si l'étincelle secondaire ne se produit qu'après ce moment, le résonateur ne nous fera observer que l'internœud correspondant au second système de maxima et de minima, et nous arriverons au phénomène connu de la résonance multiple sans avoir recours à l'hypothèse à l'aide de laquelle MM. Sarasin et de la Rive ont expliqué leur belle découverte.

» M. Poincaré le premier a proposé cette explication, en arrivant par des considérations théoriques à trouver des valeurs des amortissements semblables à celles que j'ai trouvées par la voie d'expériences. L'exposé détaillé de mes recherches paraîtra dans les *Annales de Wiedemann*. »

OPTIQUE. — *Transmission de la lumière à travers les milieux troubles.* Note de M. A. **Hurion**, présentée par M. Mascart.

« La quantité de lumière de longueur d'onde λ, transmise à travers un milieu trouble assujetti à remplir certaines conditions théoriques indiquées par lord Rayleigh, et résumées dans le *Traité d'Optique* de M. Mascart, peut être représentée par la formule $I = I_0 e^{-\frac{k}{\lambda^4}}$; I_0 désigne l'intensité initiale et k une constante dépendant de l'épaisseur traversée et du nombre d'éléments troublants que renferme l'unité de volume du milieu. On en déduit facilement la relation $\lambda^4 \log \frac{I}{I_0} = \log e = \text{const.}$

» D'autre part, quand on traite certaines liqueurs par un réactif don-

nant naissance à un précipité, on observe que, dans des conditions convenables, la masse liquide prend une teinte bleue, ce qui indique une grande diffusion des radiations de petite longueur d'onde. Pour étudier la lumière transmise à travers ces liquides, je me suis arrêté au dispositif suivant :

» La lumière émanant d'une lampe rencontre une glace sans tain inclinée à 45° sur la direction du faisceau qui tombe sur l'ensemble des prismes de Nicol, d'un spectrophotomètre de M. Crova. La lumière réfléchie par la glace transparente est renvoyée par un système de miroirs dans la direction de l'axe du spectrophotomètre. En avant des prismes de Nicol on dispose une cuve remplie de liquide transparent, et l'on cherche pour quelle position du nicol mobile les deux images ont la même intensité quand la fente oculaire du spectrophotomètre se trouve sur une raie connue du spectre. On ajoute alors le liquide troublant et l'on cherche la nouvelle position du nicol correspondant à l'égalité des images. On mesure ainsi le rapport de l'intensité de la lumière transmise I à l'intensité I_0 de la lumière incidente. Après avoir fait cette première opération, on recommence en plaçant la fente oculaire sur la raie P en ayant le soin d'étudier d'abord la lumière transmise par le milieu trouble.

» Les expériences ont porté sur l'eau troublée par l'addition de 2^{cc} d'une solution de 100 gouttes d'essence de citron dans 250^{cc} d'alcool à 95°. Les dimensions de la cuve étaient les suivantes : longueur, $0^m,10$; largeur, $0^m,5$; profondeur, $0^m,7$. Les Tableaux donnent le rapport $\frac{I}{I_0}$ mesuré, la valeur de $\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$, les longueurs d'onde étant évaluées en dix-millièmes de millimètre, et enfin les valeurs de $\frac{I_0}{I}$, calculées d'après la valeur moyenne de $\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$:

Première expérience.

Raies.	$\frac{I}{I_0}$.	$\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$.	Calcul.
C.............	0,705	283	0,702
D.............	0,578	287	0,580
		285	

Deuxième expérience.

Raies.	$\frac{I}{I_0}$.	$\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$.	Calcul.
E.............	0,464	287	0,467
D.............	0,618	252	0,615
		255	

Troisième expérience.

Raies.	$\frac{I}{I_0}$.	$\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$.	Calcul.
F............	0,399	222	0,405
D............	0,662	216	0,658
		219	

» On peut remarquer que les valeurs de $\frac{I}{I_0}$, correspondant à la raie D, sont variables d'une expression à l'autre; cela tient à ce que, lors de sa préparation, le milieu trouble se modifie assez vite, et dès lors il est difficile d'opérer toujours dans des conditions identiques.

» On a obtenu des résultats semblables en versant dans de l'eau contenant du chlorure de potassium 1^{cc} d'une solution d'azotate d'argent contenant 20^{gr} par litre :

Première expérience.

Raies.	$\frac{I}{I_0}$.	$\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$.	Calcul.
C............	0,675	317	0,678
D............	0,554	309	0,551
		313	

Deuxième expérience.

Raies.	$\frac{I}{I_0}$.	$\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$.	Calcul.
E............	0,413	295	0,413
D............	0,568	296	0,568
		295	

Troisième expérience.

Raies.	$\frac{I}{I_0}$.	$\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$.	Calcul.
F............	0,262	327	0,255
D............	0,525	334	0,532
		331	

» La loi théorique paraît donc se vérifier, dans les deux cas, au moment de la formation du précipité.

» Mais les propriétés optiques se modifient, ainsi que le montre l'étude d'un milieu trouble produit avec l'essence de citron, dans les mêmes con-

ditions que précédemment, observé quelques heures après sa préparation :

Raies.	$\frac{I}{I_0}$.	$\lambda^4 \log \frac{I_0}{I}$.	Calcul.
C.............	0,601	401	0,603
D.............	0,519	344	0,514
E.............	0,385	319	0,395
F.............	0,306	287	0,301

» Dans ce cas, on peut représenter les expériences par la formule

$$I = I_0 e^{-\left(\frac{a}{\lambda^4}+b\right)}, \qquad a = 241, \qquad b = 0,09,$$

établie en supposant qu'il y a une diffusion générale indépendante de la longueur d'onde se superposant au phénomène primitif.

» Au bout de quelques jours, on aurait

$$a = 0,045, \qquad b = 104,4;$$

le liquide trouble paraît blanc.

» Je m'occupe en ce moment d'étudier la lumière diffusée ainsi que les phénomènes de polarisation présentés par les milieux troubles, désirant appliquer les résultats à la discussion d'observations faites à l'Observatoire du Puy de Dôme sur la polarisation atmosphérique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électrolyse du chlorure de baryum pur ou mélangé de chlorure de sodium.* Note de **M. C. Limb**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai fait ces expériences dans l'intention d'extraire le baryum métallique. Un creuset de grès de 500^{cc} à 600^{cc} contenait le sel. L'anode était toujours constituée par un charbon plat de 5^{cm} de largeur, plongé d'environ 8^{cm} dans l'électrolyte; une plaque de fer forgé formait généralement la cathode; elle était entourée, dans le sel fondu et à l'extérieur, d'un long vase poreux, dont le fond avait été supprimé. J'ai employé quelquefois aussi un autre charbon semblable au premier. Dans tous les cas, la cathode plongeait de 10^{cm} environ.

» Le courant était fourni par une petite dynamo, à double excitation, réglée pour maintenir entre ses bornes une différence de potentiel constante de 10 volts, quel que soit le débit. Dans ces conditions, on avait à peu près 30 ampères au début; mais au bout de *quelques minutes*, avec le

chlorure de baryum pur, le courant baissait rapidement jusqu'à 2 ou 3 ampères seulement. Il se formait donc, *par l'électrolyse*, un dépôt infusible très résistant. En agitant fortement la cathode, sans la retirer, le courant reprenait sa valeur première, et ainsi de suite ([1]). Je continuais cette manœuvre pendant deux heures environ.

» En cassant le creuset après refroidissement, je n'ai jamais pu constater la moindre quantité de métal sur la cathode en fer ou en charbon. Il était difficile d'admettre, en effet, que cet accroissement énorme de résistance fût produit par le dépôt du métal; le sel dissous dans l'eau n'était que fort peu alcalin, la neutralité s'obtenait par l'addition de quelques gouttes seulement d'acide chlorhydrique. Or, d'après la loi de Faraday, le courant moyen de 10 ampères aurait dû libérer, en deux heures,

$$0^{gr},0000105 \times 68,5 \times 10 \times 2 \times 3600 = 52^{gr}$$

environ de baryum métallique. J'ai supposé qu'il se produisait un sous-chlorure.

» J'ai remplacé alors le sel barytique pur par un mélange à parties égales, avec du chlorure de sodium, dans l'espoir d'avoir plus de fusibilité et d'empêcher peut-être cette action secondaire. Dans les mêmes conditions, l'électrolyse se produit très régulièrement, et j'ai pu continuer quelques opérations pendant quatre heures, sans agiter, en ajoutant de temps en temps une pincée du mélange. Pendant que le courant passe, comme dans le cas du sel pur, *le chlore se dégage abondamment*, en produisant une espèce d'ébullition autour de l'anode.

» Mais je n'ai pas été plus heureux pour obtenir du métal; une *seule* fois pourtant, en mettant dans l'eau les fragments de la cathode, il s'est dégagé une petite bulle d'hydrogène que j'ai enflammée. D'après la loi de Faraday, j'aurais dû préparer environ 260^{gr} de métal (pour 25 ampères) ([2]).

» Dans ce cas, comme dans le premier, le sel est peu alcalin. Le vase poreux, qui protégeait la cathode, dépassait le liquide de plus de 10^{cm} : le chlore, entraîné d'ailleurs par le fort tirage du fourneau, ne pouvait donc

---

([1]) En retirant la cathode, et la laissant un instant à l'air pour oxyder le dépôt, puis la replongeant, le courant reprenait son intensité; mais ce procédé est évidemment inapplicable.

([2]) Matthiessen opérait avec une grande *densité* de courant sur la cathode; c'est dans ces conditions qu'il a eu quelques globules de baryum.

pas se recombiner au baryum. Il était fort à supposer qu'il se formait un sous-chlorure de baryum, ou bien de sodium, peut-être une combinaison. C'est, en effet, ce que les analyses m'ont démontré. J'en ai fait trois sur les produits de différentes opérations. Voici les deux qui diffèrent le plus :

	Première analyse.	Deuxième analyse.
Poids de matière	$1^{gr},927$	$2^{gr},232$
Ba O libre	6,15	6,17
Cl total	43,29	44,37
Ba (déduction faite pour Ba O)	31,47	26,89
Na (par différence)	19,09	22,57
	100,00	100,00

» Or, pour la première analyse, Ba et Na exigent ensemble 45,77 Cl : il en manque donc 2,48 ; pour la deuxième, Ba et Na demandent 48,78 : il manque 4,41. Il y a donc un sous-chlorure quelconque. »

CHIMIE. — *Calcul de la température d'ébullition d'un liquide quelconque sous toutes les pressions.* Note de M. G. **Hinrichs.**

« Ayant démontré dans une Communication précédente (même Tome, p. 998) que la loi énoncée est l'expression exacte des températures d'ébullition en fonction simple du logarithme du poids atomique, il est aisé de faire voir que la même loi s'applique aux pressions des vapeurs.

» Si l'on prend le logarithme de la pression p (en atmosphères) comme abscisse et la température t d'ébullition comme ordonnée, la courbe obtenue se confond avec la branche parabolique de la Note précédente, et est terminée au point critique. La tangente pour ce point est tracée jusqu'au zéro absolu de température où l'axe des abscisses est coupé en ζ_1. La tangente, ou bien la limite logarithmique, est la ligne droite menée du point critique (θ, π) au point du zéro absolu $(T = 0, \log p = \zeta_1)$ de la substance considérée.

» Pour abréger, posons

$$\delta = \log p - \zeta_1, \tag{14}$$

et nous aurons évidemment [voir la formule générale (9), p. 1000]

$$Y_1 = K_1 \delta. \tag{15}$$

Les valeurs observées T, diminuées de cette quantité calculée Y_1, donneront les valeurs observées de Y_2 qui seront rapportées à une base rectiligne du même graphique, et formeront la courbe parabolique

$$(16) \qquad Y_2 = K_2 \Delta^2$$

où

$$(17) \qquad \Delta = \log\pi - \log p.$$

Si la courbe a été tracée à grande échelle et avec soin, il n'est pas difficile d'obtenir la valeur du paramètre K_2.

» Pour beaucoup de substances, K_2 est une constante; mais, en théorie, cette constante doit diminuer un peu quand Δ augmente,

$$(18) \qquad K_2 = a - b\Delta.$$

La courbe montrera si $b = 0$, et en tout cas fournira les valeurs de a et de b. Par des procédés de calcul assez simples, on corrigera aussi la position graphique de la tangente pour obtenir la position vraie.

» Ayant la valeur de toutes les constantes, on calculera la température absolue d'ébullition T pour chaque valeur de p observée, d'après la formule

$$(19) \qquad T = K_1 \delta + K_2 \Delta^2.$$

» J'ai déterminé les constantes pour une vingtaine de substances très volatiles ; les trois ou quatre exemples que je donne ici suffiront pour démontrer que la loi générale est d'accord avec les observations.

» Il faut beaucoup de déterminations additionnelles et systématiques, sur des composés homologues, et depuis les basses pressions jusqu'au point critique. La mesure exacte de ce point est très importante.

» La détermination théorique de ces constantes sera donnée dans une autre Note, où je montrerai que la température critique est fournie, en général, par la même fonction que les points d'ébullition ordinaires ; que les constantes π, K_1, K_2 sont des fonctions linéaires de θ, et du moment d'inertie des atomes, et qu'enfin la constante K_1 a une valeur égale à $5K_2$ à peu près, indépendante de l'influence de la forme atomique. Dans les mêmes conditions, les valeurs de ζ_1 seraient toutes égales, déterminant un zéro absolu de pression et de température, qui, d'après les déterminations plus récentes, doit se trouver entre $-1,2$ et $-1,3$ au lieu de $-1,4$, suivant l'énoncé.

» L'application de ma formule au cas ordinaire, où le point critique n'est pas connu, sera également considérée.

» CO; observations d'Olzewski, $\theta = -139^\circ,5$, $\pi = 35,5$. Mes constantes $K_1 = 43^\circ$, $K_2 = 7^\circ,0$ et $\zeta_1 = -1,550$ donnent :

Pour p =	1.	6,3.	14,8.	20,4.	25,7.	35,5.
Les valeurs t'.	−189,6	−168,1	−155,1	−149,7	−145,7	−139,7
t observé.....	−190,0	−168,2	−155,7	−150,0	−145,3	−139,5
Erreur $t - t'$..	− 0,4	− 0,1	− 0,6	− 0,3	+ 0,4	+ 0,2

» H^3N ; observations de Regnault, de -30° à 100°; point critique 131° sous 113 atmosphères, d'après Vincent et Chappuis. On trouve

$$K_1 = 121^\circ,76, \quad K_2 = 20^\circ,8 \quad \text{et} \quad \zeta_1 = -1,265.$$

p.	1,14.	1,83.	4,19.	8,41.	15,26.	25,63.	40,59.	61,32.	113.
t' calculé..	−29,3	−20,3	−0,7	20,1	40,8	61,1	81,0	99,7	131,0
t observé..	−30,0	−20	0	20	40	60	80	100	131
Err. $t - t'$.	− 0,7	+ 0,3	+0,7	−0,1	−0,8	−1,1	−1,0	+0,3	0,0

» Cl^2 ; observations de Knietsch. Je trouve les constantes

$$K_1 = 141^\circ, \quad K_2 = 30^\circ - 2^\circ,5\,\Delta, \quad \zeta_1 = -1,001.$$

p.	143.	74.	1,00.	2,63.	3,66.	6,62.	8,75.	11,50.	28,40.	98,5.
T' calculé......	203,3	231,8	238,5	263,2	272,6	293,8	302,9	312,1	353,8	419,1
T observé......	203	233	239,4	263	273	293	303	313	353	419
Erreur T − T'..	−0,3	+1,2	+0,9	−0,2	+0,4	−0,8	+0,1	+0,9	−0,8	−0,1

» H^2O. Pour l'eau, la détermination du point critique 370° et 195,5 atmosphères (Dewar) est inexacte, ou les mesures de Regnault le sont. Je trouve que les valeurs de Regnault, de 50° à 210°, indiquent, comme valeurs probables, $\theta = 360^\circ$ et $\pi = 234$ atmosphères, donnant les constantes $K_1 = 166^\circ,1$, $K_2 = 28^\circ,5 - 2^\circ\Delta$ et $\zeta_1 = -1,440$ avec les erreurs suivantes :

Pour t.	50.	75.	100.	125.	150.	160.	170.	180.	190.	200.	210.
Erreur $t - t'$.	−0,8	+0,3	+0,4	+0,1	−0,3	−0,3	−0,4	−0,2	−0,1	+0,1	+0,4

» La fixation exacte et expérimentale du point critique sera nécessaire pour la détermination finale de ces constantes (¹). »

(¹) Depuis l'envoi de la Note de M. Hinrichs, le point critique et la pression correspondante pour l'eau ont été déterminés de nouveau par MM. Cailletet et Colardeau : soit 365° et $200^{atm},3$ (ce Recueil, p. 1170). M. B.

CHIMIE. — *Action de la chaleur sur les dissolutions des sels de sesquioxyde de chrome. Sels verts de chrome.* Note de M. A. Recoura.

« On sait que les dissolutions des sels normaux de sesquioxyde de chrome qui sont violettes prennent, lorsqu'on les porte à l'ébullition, une couleur verte; lorsqu'on les abandonne ensuite, elles reprennent, au bout d'un temps plus ou moins long, très variable avec la nature de l'acide du sel, leur couleur primitive. La cause de ce changement de couleur a donné lieu à de nombreuses recherches qui n'ont pas toutes conduit au même résultat.

» La plupart des chimistes [Berzélius, Lœwel (1), Fremy (2)] ont admis que, sous l'influence de la chaleur, le sel dissous éprouve *une modification isomérique qui atteint le sesquioxyde lui-même;* mais ils ne nous apprennent rien sur la nature de cette modification. Ils appuient cette hypothèse sur ce fait, que l'oxyde précipité des sels verts possède des propriétés différentes de celles de l'oxyde précipité des sels violets et que, en particulier, quand on redissout cet oxyde dans un acide, on régénère une dissolution verte, tandis que l'oxyde précipité d'une dissolution violette régénère une dissolution violette. Je ferai voir plus loin que ceci n'est pas tout à fait exact.

» Quelques autres chimistes, en particulier Schrötter (3), ont admis que le changement de couleur de la dissolution est dû à une déshydratation partielle du sel dissous. Mais cette hypothèse a été réfutée par les remarquables travaux de Lœwel.

» Enfin quelques chimistes ont émis l'hypothèse que, sous l'influence de la chaleur, le sel de chrome dissous se décompose en sel basique *soluble* vert, et en acide libre ou bien sel acide. Les uns [Krüger (4), Siewert (5)] ont fondé cette hypothèse sur ce fait, que certains réactifs, tels que l'alcool, précipitent de la dissolution verte une matière verte qui est un sel basique. Mais il est clair que cette preuve est insuffisante, car rien ne prouve que la formation du sel basique ne soit pas due à l'intervention de l'alcool. Un argument plus sérieux a été apporté par

(1) *Journal de Physique*, 3e série, t. VII, p. 321.
(2) *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 883.
(3) *Pogg. Ann.*, t. LIII, p. 513.
(4) *Pogg. Ann.*, t. LXI, p. 218.
(5) *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXXVI, p. 86.

Van Cleef ([1]), qui, en soumettant à la dialyse une dissolution verte, a constaté que le dialyseur retient une liqueur qui renferme moins d'acide que le sel neutre, tandis que, dans l'eau du dialyseur, on trouve plus d'acide que dans le sel neutre. Cette expérience met hors de doute l'existence d'un sel basique dans les liqueurs vertes.

» On pouvait d'ailleurs l'admettre comme probable par analogie avec ce qui a lieu pour les sels de sesquioxyde de fer. Les belles recherches thermiques de M. Berthelot ([2]) ont montré que, sous l'influence de la chaleur, ces sels dissous se décomposent en acide libre et sel basique.

» Mais, à cause de la durée des expériences de dialyse et de l'instabilité des dissolutions vertes, les travaux de Van Cleef ne font qu'indiquer le sens du phénomène et ne permettent pas de l'analyser avec précision.

» J'ai pensé que les méthodes thermochimiques me permettraient, avec leur merveilleuse précision et leur grande rapidité, d'éclairer complètement la constitutiou de ces dissolutions instables. Elles m'ont conduit à ce résultat que la première et la troisième hypothèse sont toutes deux exactes, c'est-à-dire que les dissolutions modifiées par la chaleur sont un mélange de sel basique soluble et d'acide libre et que ces dissolutions renferment une variété particulière de sesquioxyde de chrome. Elles m'ont, en outre, dévoilé la nature, jusqu'ici inconnue, de la modification éprouvée par le sesquioxyde de chrome, en me montrant que le sesquioxyde des dissolutions vertes a une capacité de saturation par les acides différente de celle du sesquioxyde des dissolutions violettes, et elles m'ont permis de mesurer cette capacité de saturation.

» Mais j'ai voulu d'abord m'assurer par une expérience directe que les dissolutions vertes renferment de l'acide libre. A cet effet, j'ai chauffé une dissolution de sel de chrome (sulfate, chlorure) à la température de 100° au bain-marie, et j'ai constaté que les vapeurs émises par cette dissolution sont acides, tandis que le sel solide, chauffé à la même température, ne perd pas d'acide. Ainsi donc il est hors de doute que *les dissolutions vertes renferment de l'acide libre*.

» Pour mesurer la quantité d'acide libre, j'ai eu recours aux méthodes thermochimiques. Le seul sel sur lequel j'ai pu opérer est le sulfate, les autres sels, tels que le chlorure et l'azotate, revenant beaucoup trop rapidement par le refroidissement à l'état violet.

» J'opère de la façon suivante : je verse dans la liqueur verte une cer-

---

([1]) *Journ. prakt. Chem.*, 2e série, t. XXIII, p. 58.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, 152.

taine quantité de soude et je mesure le dégagement de chaleur qui en résulte. Si ce dégagement de chaleur est exactement égal à la chaleur de neutralisation de l'acide sulfurique libre dans les mêmes conditions de dilution ($15^{Cal},6$ pour 1 éq. NaO), j'en conclus que la liqueur verte renfermait une quantité d'acide sulfurique *libre* au moins égale à la quantité de soude introduite dans la liqueur, et que la soude n'a point déplacé de sesquioxyde de chrome.

» Pour le vérifier, je verse ensuite dans la liqueur précédente une quantité d'acide sulfurique équivalente à la quantité de soude qui y a été introduite et je constate que l'introduction de l'acide ne produit *aucun dégagement de chaleur*, mais au contraire une légère absorption de chaleur provenant de l'action de l'acide sur le sulfate de soude formé dans l'expérience précédente ($-0^{Cal},1$ pour 1 éq. SO^4Na).

» On conçoit que l'on puisse ainsi arriver par quelques tâtonnements à mesurer exactement la quantité d'acide libre que renferme la liqueur verte, car la seconde mesure surtout est susceptible d'une grande précision. On trouve ainsi que *pour* 1 *équivalent de sulfate* $Cr^2O^3, 3SO^3$, *la liqueur verte renferme exactement* $\frac{1}{2}$ *équivalent d'acide sulfurique libre*. Car dès que la quantité de soude versée est légèrement supérieure à $\frac{1}{2}$ équivalent ($\frac{1}{2}+\frac{1}{20}$), en versant ensuite une quantité d'acide sulfurique équivalente à celle-là, j'obtiens un *dégagement* de chaleur ($+0^{Cal},3$) provenant de l'action de l'acide sulfurique sur le sesquioxyde de chrome mis en liberté par $\frac{1}{20}$ d'équivalent de soude. Cette quantité de chaleur augmente d'ailleurs à mesure que la quantité de soude versée dépasse davantage $\frac{1}{2}$ équivalent.

» J'ai répété un grand nombre de fois ces expériences sur des dissolutions dont la concentration variait du simple au sextuple (1 équivalent de sel dans 6^{lit} d'eau en moyenne), et j'ai toujours trouvé le même résultat.

» Ainsi donc on est en droit de conclure de ces expériences que, dans les limites de concentration où j'ai pu opérer, *sous l'influence de la chaleur, le sulfate de sesquioxyde de chrome dissous se dédouble* complètement *en acide sulfurique libre et sulfate basique soluble. Ce sulfate basique a une composition parfaitement déterminée,* $2Cr^2O^3, 5SO^3$. Il provient de 2 molécules de sulfate qui se cotisent en quelque sorte pour perdre 1 molécule d'acide, et *il renferme un oxyde modifié,* puisqu'il est impuissant à fixer une nouvelle quantité d'acide. Cet oxyde modifié provient de 2 molécules d'oxyde dont l'ensemble ne fixe que 5 molécules d'acide sulfurique.

» Mais j'ajouterai que ce sesquioxyde modifié ne peut exister à l'état de liberté, et que, quand on le précipite en décomposant le sulfate vert par un alcali, on le dédouble, et *l'oxyde précipité est un nouvel oxyde modifié dont*

1 *molécule ne fixe que* 2 *molécules d'acide sulfurique*. Ceci résulte des mesures suivantes :

Cr^2O^3 précipité du sulfate vert $+ 2SO^3HO$ diss. $= Cr^2O^3, 2SO^3$ diss. . .	$+17^{cal},4$
$Cr^2O^3, 2SO^3$ diss. $+ SO^3HO$ diss	$-0^{cal},4$

» L'absorption de chaleur provient de l'action de l'acide sur le sulfate de soude que renferme la liqueur. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'osmium : acide osmiamique et osmiamates.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Troost.

« En 1847, Fritzsche et Struve ([1]) ont fait connaître, sous le nom d'*acide osman-osmique* ou d'*acide osmiamique*, un composé de l'osmium renfermant de l'azote et de l'oxygène. Les sels de cet acide sont bien définis; le sel de potasse en particulier est facile à préparer, remarquable par sa stabilité et la netteté de ses cristaux. J'ai repris l'étude de ces singulières combinaisons, espérant y trouver quelque analogie de constitution avec les composés nitrosés du ruthénium que j'ai précédemment décrits.

» *Préparation de l'osmiamate de potasse.* — Le tétroxyde d'osmium cristallisé (acide osmique) est dissous dans la potasse (OsO^4 100, KOH 100, eau 50); à la liqueur maintenue vers 40°, on ajoute 40^{cc} d'ammoniaque caustique. En quelques instants, la liqueur brune se décolore et laisse déposer un précipité cristallin jaune clair d'osmiamate de potasse. Lorsque la décoloration est achevée et la liqueur refroidie, on décante, on lave le sel avec de l'eau glacée; on le dissout enfin dans l'eau bouillante; peu soluble, il cristallise par le refroidissement en beaux octaèdres quadratiques ($a'a' = 117°$, d'après les déterminations de M. Dufet).

» Les proportions ci-dessus sont celles que j'ai adoptées comme donnant un sel pur, inaltérable à l'eau bouillante et à la lumière. Il importe d'éviter un excès d'ammoniaque, qui laisserait l'osmiamate de potasse mélangé d'un sel ammoniacal facilement altérable.

» Remarquons que la dissolution du tétroxyde d'osmium dans la potasse se fait sans perte d'oxygène et que la réaction qui donne lieu à l'osmiamate de potasse n'est accompagnée d'*aucun dégagement gazeux*.

» *Composition.* — Fritzsche et Struve adoptaient pour poids atomique de l'osmium le nombre de Berzélius $Os = 199,4$, ce qui les conduisait à

([1]) *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, t. VI, p. 81.

formuler l'osmiamate de potasse

$$Os^2O^5Az^2K^2.$$

» Cette formule n'est pas acceptable, comme l'avait déjà fait remarquer Gerhardt (1). Nous venons de dire en effet que la dissolution du peroxyde dans la potasse et la réaction de l'ammoniaque ne sont accompagnées d'aucun dégagement de gaz, soit d'oxygène, soit d'azote; comme, d'autre part, *l'osmiamate de potasse est le seul produit de la réaction,* nous devons écrire

$$OsO^4 + KOH + AzH^3 = OsO^3AzK + 2H^2O.$$

» Cette formule est nécessaire; doublée ($Os^2O^6Az^2K^2$), elle ne diffère de l'ancienne que par $O = 16$, soit par 8 d'oxygène pour 1 atome d'osmium. Or Seubert (2) a montré récemment que le poids atomique de l'osmium devait être diminué d'au moins 8 unités et l'on conçoit que la proportion des éléments autres que Os et O, et dont le dosage peut se faire avec la plus grande rigueur (azote et potasse), soit presque exactement la même quelle que soit l'une des deux formules adoptées. Comparons au contraire les deux formules avec $Os = 190$:

Ancienne formule.		Nouvelle formule.		Trouvé (Fritzche et Struve).
Os^2	66,14	Os^2	65,29	67,90
O^2	11,31	O^5	13,75	»
Az^2	4,95	Az^2	4,81	4,82
K^2O	16,60	K^2O	16,15	16,14 (moy.)

» J'ai trouvé moi-même : $K^2O = 16,21$ pour 100; $Az = 4,82$-$4,84$.

» Le dosage de l'osmium paraîtrait devoir lever tous les doutes; malheureusement, en présence des alcalis et de l'oxygène, le dosage de cet élément est fort incertain. C'est un point sur lequel je compte revenir dans la suite de ces recherches.

» Dans le cas actuel des considérations d'un autre ordre permettent de tourner la difficulté.

» Chauffé au-dessus de 200°, dans le vide, l'osmiamate de potasse subit une décomposition brusque avec dégagement d'azote. Dans la vapeur de mercure, mieux encore dans la vapeur de soufre, la presque totalité de l'azote est éliminée; ainsi, à 440°, un poids de matière égal à $2^{gr},2794$ a dégagé $83^{cc},8$ d'azote : calculé $87^{cc},1$. Mais les produits solides de la réaction diffèrent suivant la température à laquelle le sel a été porté. A 350°, le résidu est noir, cristallin, partiellement soluble dans l'eau; les réactions de la dissolution sont celles de l'osmite de potasse (OsO^4K^2) de M. Fremy (3). En

(1) *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. XII, p. 304.

(2) *Liebig's Annalen*, t. CCLXI, p. 257. Je ferai remarquer que la densité de vapeur 8,88-8,89 de l'acide osmique, prise en 1859, par Deville et Debray (*Ann. Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LVI), conduit au poids moléculaire 256 et, pour la formule OsO^4, à un poids atomique de l'osmium inférieur à 192.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XII, p. 516.

épuisant par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, on obtient un résidu cristallin brun avec reflets jaunes, dont l'aspect est celui de l'or réduit par voie humide : c'est le bioxyde OsO^2.

» A 440°, le résidu est bleu indigo, cristallin; il ne cède rien à l'eau, ne s'attaque par l'acide chlorhydrique concentré qu'avec une extrême difficulté. Sa composition est OsO^3K et elle justifie la formule admise pour l'osmiamate, puisqu'elle n'en diffère que par perte d'azote.

» Nous devons donc admettre deux réactions extrêmes, comme représentant les modes de dédoublement de l'osmiamate par la chaleur :

$$2(OsO^3AzK) = 2Az + OsO^4K^2 + OsO^2,$$
$$OsO^3AzK = Az + OsO^3K.$$

» Au sel OsO^3K correspondrait l'acide OsO^3H et l'anhydride Os^2O^5; je poursuis l'étude de ces composés, intéressante en ce que l'oxyde Os^2O^5, analogue à l'oxyde intermédiaire de ruthénium Ru^2O^5 que nous avons fait connaître, M. Debray et moi, (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 328), vient compléter cette belle série des composés oxygénés de l'osmium :

$$Os^2O^2,\quad Os^2O^3,\quad Os^2O^4,\quad Os^2O^5,\quad Os^2O^6,\quad Os^2O^8.$$

» Rapprochons l'acide osmiamique des composés nitrosés du ruthénium que j'ai précédemment décrits :

$$RuAzOCl^3,\quad RuAzO(OH)^3.$$

» Admettons pour un moment l'existence du composé $OsAzO(OH)^3$; son premier anhydride serait l'acide osmiamique

$$O = OsAzO - OH,$$

dont Fritzsche et Struve ont décrits les sels de potasse, de soude, d'ammoniaque et d'argent.

» La préparation facile de l'osmiamate de potasse, sa stabilité en présence de l'eau, stabilité que ne présente pas l'osmite de potasse et qui permet de le purifier aisément par cristallisation, m'ont engagé à le prendre comme point de départ d'une étude plus complète des composés oxygénés de l'osmium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les zirconates alcalins.* Note de M. L. **Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« On sait que la zircone joue le rôle d'acide faible, ainsi que pouvaient d'ailleurs le faire prévoir les analogies entre le silicium et le zirconium, mises

en évidence par M. Marignac; elle peut donc se combiner aux bases en donnant des zirconates, dont l'obtention est toutefois rendue difficile par la faible acidité de la zircone. Aussi les zirconates ont-ils été peu étudiés. On ne connaît parmi les zirconates alcalins que ceux de soude, dus à à M. Hiortdahl ([1]) et à M. Weibull.

» J'ai cherché à préparer le zirconate de lithine en faisant réagir la zircone sur le carbonate ou le chlorure de lithium en fusion.

» La zircone décompose rapidement le carbonate de lithium, avec dégagement d'acide carbonique. En opérant à la température du bec Bunsen, prolongée pendant six ou huit heures, on obtient une masse qui, traitée par l'eau bouillante, légèrement acidulée par l'acide acétique, abandonne une poudre cristalline, qui n'est autre chose que de la zircone exempte de lithine. On retrouve d'ailleurs intégralement le poids de zircone employée. Au rouge vif, le même résultat est plus rapidement atteint.

» Si l'on remplace la zircone par le zircon finement pulvérisé, le résultat est encore le même : la silice se trouve en partie à l'état floconneux quand on reprend par l'eau acidulée, et en partie dissoute, probablement à l'état de silicate de lithine soluble dans l'acide acétique très étendu, partie que l'on retrouve après évaporation à sec. On peut d'ailleurs se débarrasser facilement de la silice non dissoute par lévigation, la zircone cristallisée étant beaucoup plus dense.

» Mais si l'on remplace le carbonate de lithium par le chlorure, on obtient soit avec la zircone, soit avec le zircon, après quelques heures de chauffe au bec Bunsen et refroidissement lent, un culot qui, traité par l'eau, laisse des prismes aplatis, à extinctions longitudinales, souvent corrodés. C'est le zirconate ZrO^2, LiO ; sa cristallisation est assez difficile, mais on peut cependant l'obtenir en prismes de plusieurs millimètres. Ces cristaux sont très attaquables par les acides.

» Leur analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.		Calculé pour LiO, ZrO^2.
	I.	II.	
Zircone	79,86	80,48	80,26
Lithine	19,25	19,32	19,74
	99,11	99,80	100,00

([1]) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 175 et 213.

» La zircone attaque le carbonate de soude avec un dégagement d'acide carbonique correspondant à la formation de ZrO^2, NaO ou $ZrO^2, 2NaO$, suivant la température à laquelle on opère, ainsi que l'a montré M. Hiortdahl. D'un autre côté, MM. Lévy et Bourgeois [1] ont obtenu de la zircone cristallisée soit en cristaux quadratiques, soit en lamelles hexagonales, en attaquant la zircone ou le zircon par le carbonate de soude au rouge blanc ou au rouge vif.

» J'ai essayé d'appliquer les mêmes réactions au carbonate de potasse, et j'ai constaté que la zircone chauffée pendant quelques heures au bec Bunsen, avec un excès de carbonate de potasse, cristallise simplement au sein du fondant, pourvu que l'opération soit suffisamment prolongée. Au rouge vif, la cristallisation est seulement plus rapide : dans les deux cas, on obtient des lamelles hexagonales.

» Le zircon finement pulvérisé, chauffé avec quatre fois son poids de carbonate de potasse pendant un quart d'heure, au rouge vif, donne des cristaux tabulaires, assez développés, du silicozirconate SiO^2, ZrO^2, KO :

	Trouvé.		Calculé pour
	I.	II.	SiO^2, ZrO^2, KO.
Silice................	21,18	21,56	21,74
Zircone..............	44,09	43,97	44,21
Potasse..............	34,19	34,21	34,05
	99,46	99,73	100,00

» Ce sont des prismes, en général très nets, dépolarisant énergiquement la lumière, à extinctions longitudinales, attaquables par l'acide fluorhydrique et par le bisulfate d'ammoniaque.

» Si l'on prolonge l'action pendant une heure et demie à la même température, on obtient seulement de la zircone cristallisée.

» Nous avons constaté que, dans les mêmes conditions et à la même température du rouge vif, prolongée pendant un quart d'heure seulement, le zircon donne, avec le carbonate de soude, de la zircone cristallisée, ainsi que l'ont déjà montré MM. Lévy et Bourgeois.

» Nous voyons donc que le silicate de zircone se comporte ici comme un véritable acide. Nous en aurons d'ailleurs un autre exemple dans les combinaisons avec les alcalino-terreux, que nous décrirons prochainement. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 812.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les bromoiodures de silicium.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« La théorie fait prévoir l'existence de trois bromoiodures de silicium : Si^2Br^3I, $Si^2Br^2I^2$, Si^2BrI^3; un seul de ces corps avait été entrevu par M. Friedel dans l'action du brome sur l'iodure de silicium.

» 1° Le silicibromoforme Si^2HBr^3, chauffé en tube scellé vers 200° à 250° en présence d'iode, fournit le bromoiodure Si^2IBr^3 par substitution d'iode à l'hydrogène avec départ d'acide iodhydrique, d'après l'équation $Si^2HBr^3 + 2I = Si^2IBr^3 + HI$; on reconnaît en même temps la présence en petite quantité de produits de substitution d'ordre plus élevé, provenant de la réaction de HI sur le bromoiodure ainsi formé.

» 2° L'acide iodhydrique sec réagit sur le bromure de Si à une température voisine du rouge et donne des produits de substitution formés en majeure partie du corps Si^2Br^3I; le rendement que l'on obtient dans cette réaction est faible;

» 3° Les trois bromoiodures se forment simultanément en même temps qu'un peu de bromure et d'iodure de silicium, en distillant sur du Si cristallisé, chauffé à une température voisine du rouge, du bromure d'iode IBr, soit tout seul, soit entraîné par un courant d'hydrogène; on recueille ainsi un magma légèrement coloré par de l'iode que l'on soumet à des fractionnements sur un peu de tournure de cuivre, ce qui permet d'obtenir des produits incolores. Cette réaction est très recommandable pour la préparation de ces corps. Si l'on dispose de bromure de Si, on peut remplacer, dans la préparation précédente, le bromure d'iode par du bromure de Si, dans lequel on dissout en abondance de l'iode qui, entraîné dans la distillation, donne de l'iodure qui réagit à l'état naissant sur le bromure. Cette réaction, qui avait échoué avec le chlorure de Si, marche très bien avec le bromure; cela tient à ce que ce dernier corps est beaucoup moins stable sous l'action de la chaleur que le chlorure.

» La séparation des bromoiodures est assez pénible, car, dans la préparation par le bromure d'iode, on se trouve en présence d'un mélange de cinq corps de plus; les derniers termes sont solides à la température ordinaire, ce qui constitue un grand embarras dans le fractionnement.

» Les bromoiodures de Si se colorent vite à l'air; en présence du gaz ammoniac sec, ils l'absorbent en donnant des corps solides blancs, décomposables par l'eau.

» Le bromoiodure Si^2Br^3I est un liquide incolore, distillant à 192°; il se solidifie sous l'action du froid en présentant un phénomène de surfusion très marqué, car on peut le refroidir au-dessous de − 20°, sans qu'il se solidifie, tandis que le solide blanc cristallin obtenu par la solidification fond à 14°.

» Voici deux analyses de ce corps :

	Poids de substance.	Si pour 100.	Poids de substance.	$Ag\frac{Br}{I}$ pour 100.	Pour $3AgBr + AgI$ pour 100.	
	1,927	7,28	1,094	202,19	Br.. 60,73 I... 32,14	Σ = 92,87
	1,080	6,87	0,983	201,72	Br.. 60,59 I... 32,06	Σ = 92,65
Théorie pr Si^2Br^3I..	»	7,08	»	202,27	Br.. 60,76 I... 32,15	Σ = 92,91

» Le bromoiodure $Si^2Br^2I^2$, solide blanc, fond vers + 38°, distille de 230° à 231°.

	Poids de substance.	Si pour 100.	$Ag\frac{Br}{I}$ pour 100.	Pour $2AgBr + 2AgI$ pour 100.	
	3,193	6,16	»	»	
	0,821	»	190,01	Br... 35,93 I.... 57,04	Σ = 92,97
	1,492	»	190,75	Br... 36,13 I.... 57,27	Σ = 93,40
Théorie pour $Si^2Br^2I^2$..	»	6,33	191,40	Br... 36,19 I.... 57,47	Σ = 93,66

» Le bromoïodure de Si^2BrI^3 solide blanc fond vers + 53°, distille vers 255°.

	Poids de substances.	Si pour 100.	$Ag\frac{Br}{I}$ pour 100.	Pour $AgBr + 3AgI$ pour 100.	
	1,707	5,35	»	»	
	1,230	»	184,31	Br... 16,51 I.... 78,63	Σ = 95,14
	1,344	»	183,93	Br... 16,47 I.... 78,47	Σ = 94,94
Théorie pour Si^2BrI^3..	»	5,72	182,62	Br... 16,36 I.... 77,91	Σ = 94,27

» Ce dernier corps est assez difficile à séparer de l'iodure de silicium, quand celui-ci se trouve en quantité notable dans la préparation.

» Je décrirai prochainement la préparation et les propriétés du phosphure de bore. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons cyanogénées du magnésium.* Note de M. **Raoul Varet**.

« La magnésie se dissout dans l'acide cyanhydrique, mais, dès que l'on veut évaporer la liqueur, l'acide cyanhydrique se dégage et la magnésie reste inaltérée comme résidu; aussi on ne connaît, comme combinaisons cyanogénées du magnésium, que celles qui résultent de l'union de ce métal avec des radicaux complexes, comme le ferro et le ferricyanogène, le platinocyanogène, etc., etc. J'ai pensé qu'il n'était pas sans intérêt de rechercher s'il n'existait pas des combinaisons stables du cyanure de magnésium avec d'autres sels, combinaisons analogues aux bromocyanures et aux iodocyanures, dérivés du cyanure de mercure, que j'ai décrits dans de précédentes Communications. Ces composés ne contiennent pas de radicaux complexes isolables. M. Berthelot a, en effet, montré que, contrairement à ce qui arrive pour le cyanure d'argent, on ne peut isoler l'acide mercurocyanhydrique, quoique la chaleur de formation du cyanure double de mercure et de potassium soit considérable.

» I. *Iodocyanure de magnésium et de mercure.* — Dans une solution concentrée de cyanure de mercure, maintenue à une température de 60° à 70°, on projette de l'iodure de magnésium par petite quantité (15^{gr} de MgI pour 25^{gr} de HgCy). Dans la liqueur ainsi obtenue, on dissout une nouvelle quantité de cyanure mercurique que l'on additionne, comme précédemment, d'iodure de magnésium. Le liquide, filtré et évaporé doucement au bain-marie, laisse déposer, par refroidissement, de grandes lamelles transparentes, légèrement jaunâtres, qui, séchées entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$MgCy.HgCy.HgI.8HO.$$

» Il y a eu double décomposition entre un équivalent de MgI et un équivalent de HgCy; les produits de cette double décomposition se sont unis avec un équivalent de HgCy pour donner le corps

$$HgCy.MgCy.HgI.8HO.$$

» En effet, lorsqu'on chauffe ce sel avec précaution, il dégage de

l'acide cyanhydrique, de l'eau et il se colore en jaune; il fournit, en même temps, un sublimé d'iodure mercurique. Si l'on élève la température, il y a fusion du sel, sublimation abondante d'iodure mercurique et de mercure, puis dégagement de cyanogène et formation sur les parois du tube de protoiodure de mercure.

» Le dégagement abondant d'acide cyanhydrique et la formation d'iodure mercurique bien avant la température à laquelle le sel triple est décomposé avec formation de mercure et de cyanogène montrent que l'on a un composé plus complexe que celui qui résulterait simplement de l'union de Hg^2Cy^2 avec MgI.

» Les faits qui suivent montrent aussi la présence du cyanure de magnésium et celle de l'iodure mercurique dans cette combinaison :

» Quand on porte à l'ébullition une solution d'iodocyanure additionnée de picrate d'ammoniaque, il y a production d'une belle coloration rouge, due à la formation d'isopurpurate d'ammoniaque, ce qui indique que tout le cyanogène n'est pas combiné au mercure. J'ai, en effet, montré précédemment que, contrairement à ce qui arrive avec les cyanures de potassium, de zinc, etc., le cyanure de mercure n'engendrait pas d'isopurpurates dans ces conditions.

» De même, lorsqu'on traite l'iodocyanure de magnésium et de mercure par une solution de sulfate de cuivre, il y a précipitation de HgI et de CuCy; ce dernier se décompose en Cu^2Cy et en Cy. Cette réaction n'aurait pas lieu si tout le cyanogène était combiné au mercure, le cyanure de mercure ne faisant pas la double décomposition avec les sels oxygénés de cuivre.

» II. *Bromocyanure de magnésium et de mercure.* — Dans une solution saturée de cyanure de mercure, maintenue à une température de 50°, on verse goutte à goutte une solution concentrée de bromure de magnésium. On ajoute ainsi 15^{gr} de MgBr pour 25^{gr} de HgCy. La liqueur filtrée et évaporée doucement au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse laisse déposer des lamelles blanches nacrées, soyeuses, qui, séchées entre des doubles de papier, répondent à la formule

$$MgCy.HgCy.HgBr\,8HO \quad \text{ou} \quad Hg^2Cy^2.MgBr.8HO.$$

C'est un corps hygroscopique très soluble dans l'eau, altérable à l'air. Je n'ai pu établir nettement la constitution de ce corps.

» En résumé, on voit que l'action de l'iodure de magnésium sur le cyanure de mercure fournit une combinaison de cyanure de magnésium avec

l'iodocyanure de mercure; l'action du bromure de magnésium sur le cyanure de mercure fournit une combinaison du même ordre, mais il est moins facile d'y constater nettement la présence du cyanure de magnésium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'attaque du fer par l'acide azotique à divers degrés de concentration et de température.* Note de MM. **Henry Gautier** et **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« On admet généralement que l'acide azotique fumant n'attaque pas le fer et lui communique la propriété de n'être plus attaqué par l'acide de concentration moindre. En étudiant ce phénomène, nous avons pu constater que, bien qu'il ne se produise pas de dégagement gazeux au contact du fer et de l'acide concentré, le métal se dissout d'une façon continue. De plus, la complication apparente du phénomène tient à ce que la surface du fer est presque toujours recouverte d'oxyde, au moins en certains points. Nous allons donc considérer d'abord le cas du fer *parfaitement décapé* [1].

» Si, à la température ordinaire, on place du fer dans une série d'acides, de concentrations croissantes, on voit que, lorsque la densité devient supérieure à 1,21 environ, le métal reste au contact de l'acide sans donner de dégagement gazeux. Néanmoins, l'attaque se produit; il se forme de l'azotate de fer, des traces d'ammoniaque et du peroxyde d'azote qui restent en solution. Les faits suivants permettent de constater que le métal se dissout peu à peu :

» 1° L'acide azotique, maintenu quelque temps au contact du fer, laisse déposer de l'oxyde de fer lorsqu'on le neutralise par la potasse.

» 2° Le poids d'un morceau de fer, maintenu dans l'acide de concentration suffisante pour qu'on n'ait pas de dégagement gazeux, diminue peu à peu. Les résultats que nous avons obtenus en opérant de cette façon sont résumés dans le Tableau suivant :

---

(1) Ce résultat est presque impossible à obtenir avec des clous, dont la pointe et la tête contiennent toujours de l'oxyde. Toutes nos expériences ont été effectuées avec des fils de fer de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre.

Densités de l'acide	1,28	1,34	1,38 (1)	1,48 (2)	1,53
Diminution de poids pour 100 en 24 heures, pendant les deux premiers jours	0,82	0,75	0,29	0,34	5,80
Diminution de poids pour 100 en 24 heures, pendant les dix premiers jours	0,59	0,45	0,25	0,33	5,75

» La force électromotrice du couple fer-platine-acide azotique diminue brusquement quand on passe d'un acide de densité inférieure à 1,21, donnant un dégagement gazeux, à un acide de densité supérieure à 1,21, ne donnant plus d'attaque apparente; mais, dans ce dernier cas, elle est égale à environ $0^{volt},15$ et correspond bien à une attaque, car on obtient, dans des circuits de résistances différentes, des intensités différentes.

» *Le fer est donc toujours attaqué par l'acide azotique, quelle que soit sa concentration.*

» La température influe beaucoup sur le phénomène en déplaçant la limite à partir de laquelle l'attaque se produit sans dégagement gazeux. A la température de 15°, on aura l'attaque lente pour tout acide de densité supérieure à 1,21; à 60° ce ne sera que pour l'acide de densité supérieure à 1,38 (acide ordinaire du commerce). Si donc on chauffe du fer placé dans l'acide azotique ordinaire ($d = 1,38$), on voit le dégagement de gaz se produire à partir de 60°, et la réaction s'accélère alors d'elle-même; mais on peut arrêter l'attaque en refroidissant, soit au moyen d'un mélange réfrigérant, soit en projetant le fer dans de l'acide froid.

» Supposons maintenant qu'on emploie du fer partiellement oxydé, et ce sera le cas toutes les fois que l'on ne prendra pas des précautions spéciales pour éliminer l'oxyde. Au contact de l'acide azotique, l'oxyde va se dissoudre, déterminer une élévation de température, et l'on pourra, par suite, observer l'attaque avec dégagement gazeux dans des acides trop concentrés pour donner le même résultat avec le fer pur. Il est facile de faire voir que l'attaque rapide du fer dans ces conditions est due à l'élévation de température produite par la dissolution de l'oxyde. Si l'on place un morceau de fer partiellement oxydé dans une grande masse d'acide, et si l'on agite constamment pour éviter toute élévation locale de température, l'oxyde

---

(1) Acide vulgairement appelé *quadrihydraté*.
(2) Acide fumant.

se dissout peu à peu, et, lorsque la surface du métal est parfaitement brillante, on n'observe plus aucun dégagement gazeux en abandonnant le liquide au repos. On obtient le même résultat si l'on réduit l'oxyde en reliant le métal au pôle négatif d'une pile dont le pôle positif communique avec une lame de platine, et plongeant le tout dans l'acide azotique ([1]).

» Le fait que le fer est attaqué d'une façon continue, quoique très lentement, dans l'acide de densité supérieure à 1,21, suffit à faire rejeter l'hypothèse d'une couche gazeuse ou d'une couche d'oxyde produisant la passivité du fer partiellement oxydé, après contact avec l'acide fumant. Cet acide intervient seulement pour modifier l'oxyde et le rendre inattaquable. Il est difficile de déterminer exactement la nature de cette modification; nous croyons qu'elle consiste en une déshydratation; si l'on touche le fer ainsi rendu passif, avec un métal attaquable, la partie superficielle de l'oxyde qui a été déshydratée est réduite par l'hydrogène, et l'on se retrouve dans les conditions initiales. Au lieu de mettre les clous rouillés en contact avec l'acide fumant, on peut déshydrater l'oxyde en les chauffant quelque temps à 140°. L'acide ordinaire ne produit plus alors, à leur contact, de dégagement gazeux; mais l'attaque se déclare au contact d'un métal attaquable, au bout d'un temps d'autant plus long que le fer a été maintenu plus longtemps à 140°.

» En résumé, l'acide azotique attaque le fer, quelle que soit sa concentration; mais l'attaque peut se faire suivant deux modes différents : l'un rapide et accompagné d'un dégagement gazeux, l'autre lent et sans dégagement de gaz. L'existence de ces deux modes d'attaque rend compte très simplement du phénomène appelé *passivité du fer*, qui correspond à une attaque lente sans dégagement gazeux et non à une absence d'attaque, comme on le croyait jusqu'à présent. »

([1]) Il est à remarquer que la passivité du fer s'obtient aussi quand on le met en communication avec le pôle positif. Il peut alors se présenter deux cas différents :

1° Si la force électromotrice est supérieure à 1 volt, le fer se recouvre d'oxyde ferroso-ferrique inattaquable et toute action cesse quand on arrête le courant;

2° Si la force électromotrice est très faible, il ne se forme plus d'oxyde, mais de l'azotate qui se dissout à mesure qu'il se produit. L'oxyde préexistant sur le fer disparaît ainsi peu à peu, et, lorsqu'il n'en existe plus, le fer présente l'état passif. C'est ce phénomène qui se produit quand on plonge dans l'acide azotique une tige de fer en contact avec un morceau de platine ou d'un corps fortement électropositif (charbon, antimoine).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du benzylate de soude sur l'éther camphocarbonique.* Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. Friedel.

« M. Haller et moi avons montré [1] que l'alcool éthylique se soude intégralement à l'éther camphocarbonique pour former l'hydroxycamphocarbonate neutre d'éthyle, quand on traite cet éther en tubes scellés par de l'éthylate de sodium :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH-CO^2C^2H^5\\ | \\ CO\end{matrix}\right. + C^2H^5OH = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2CO^2C^2H^5\\ CO^2C^2H^5\end{matrix}\right. .$$

» Dans le même ordre d'idées, j'ai essayé l'action du benzylate de soude sur le même corps.

» On a introduit dans chaque tube 10^{gr} d'éther camphocarbonique, 20^{cc} à 30^{cc} d'alcool benzylique tenant en dissolution $0^{gr},5$ de sodium. On a chauffé pendant vingt-quatre heures à une température de 150°.

» Le contenu des tubes, formant une masse pâteuse, se résout en une huile dans le traitement par l'eau. On reprend par l'éther. Soumise à l'évaporation, la solution éthérée abandonne une huile qu'on distille. L'alcool benzylique passe d'abord ; vient ensuite un liquide visqueux distillant entre 260°-290° sous une pression de 1^{cm} de mercure.

» L'analyse de ce corps permet de lui assigner la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2CO^2C^7H^7\\ CO^2C^7H^7\end{matrix}\right. ;$$

c'est de l'hydroxycamphocarbonate de benzyle neutre

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH-CO^2C^2H^5\\ | \\ CO\end{matrix}\right. + 2(C^7H^7OH) = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2CO^2C^7H^7\\ CO^2C^7H^7\end{matrix}\right. + C^2H^6O.$$

» On aurait pu s'attendre à la formation d'un éther mixte ; mais l'alcool benzylique a déplacé l'alcool éthylique.

» Le rendement a été de 30^{gr} environ pour 40^{gr} d'éther employé.

» La saponification en tubes scellés par de la potasse alcoolique donne de l'acide hydroxycamphocarbonique et de l'alcool benzylique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 410.

» Son pouvoir rotatoire a été pris dans l'alcool : $1^{gr},97$ dans 20^{cc}; tube de 10^{cm}, $\alpha = +3°,5$,

$$\alpha_D = +35°,5.$$

» Les eaux de lavage provenant de la préparation de cet éther, neutralisées par un acide, donnent une huile qui passe à la distillation entre 250°-275°, sous une pression de 1^{cm} de mercure. Cet acide est excessivement visqueux à la température ordinaire; saponifié, il donne naissance à de l'alcool benzylique et de l'acide hydroxycamphocarbonique.

» On peut le considérer comme de l'hydroxycamphocarbonate acide de benzyle :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2CO^2C^7H^7\\CO^2H\end{matrix}\right. .$$

» Son pouvoir rotatoire a été pris dans les conditions suivantes : on a dissous $0^{gr},76$ dans 10^{cc} d'alcool; tube de 10^{cm}. Angle observé $\alpha = +4°$,

$$\alpha_D = 52°,62\ (^1).\ »$$

CHIMIE AGRICOLE. — *Influences comparées du sulfate de fer et du sulfate de chaux sur la conservation de l'azote dans les terres nues et sur la nitrification.* Mémoire de M. **P. Pichard.** (Extrait par l'auteur.)

« *Résumé.* — Dans un sable siliceux pur, maintenu suffisamment humide, renfermant de la matière organique azotée non altérée (tourteau de coton), à une dose correspondant à 1^{gr} d'azote environ par kilogramme, l'addition de $\frac{1}{1000}$ de sulfate de fer a réduit, après sept mois, la déperdition d'azote de 47,65 à 18,36 pour 100, porté le gain d'azote nitrique de 1,43 à 10,40 et celui de l'azote ammoniacal de 4,49 à 11,22 pour 100.

» Dans le même sable additionné de $\frac{1}{10}$ d'argile, le sulfate de fer n'a pas réduit sensiblement la déperdition d'azote, a porté le gain en azote nitrique de 5,10 à 15,92 pour 100 et abaissé le gain en azote ammoniacal de 16,94 à 12,75 pour 100.

» Dans le sable additionné de carbonate de chaux à la dose de 1 pour 100, le sulfate de fer n'a pas réduit sensiblement la déperdition d'azote,

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy, laboratoire de M. Haller.

a diminué le gain en azote nitrique, 2,55 au lieu de 5,10 pour 100, a élevé le gain en azote ammoniacal de 6,43 à 10,40 pour 100.

» Dans le sable additionné d'argile et de carbonate de chaux, le sulfate de fer a réduit la déperdition d'azote de 31,63 à 23,87 pour 100, a diminué le gain d'azote nitrique, 6,43 au lieu de 7,14 pour 100, a augmenté le gain d'azote ammoniacal, 26,73 au lieu de 18,57 pour 100.

» Dans le même milieu (sable, argile et carbonate de chaux), des doses doubles et triples de sulfate de fer ont amené une déperdition moindre d'azote, en même temps qu'une diminution graduelle du gain en azote ammoniacal, 26,73, 20,61, 19,59 pour 100, et une faible augmentation du gain en azote nitrique, 6,43, 7,44, 9,79 pour 100. Le sulfate de fer paraît entraver la décomposition de la matière azotée et peut favoriser la nitrification.

» Dans un sol complet (sable, argile et calcaire), une addition de lactate de fer, à dose renfermant la même quantité de fer que $\frac{1}{1000}$ de sulfate, a annulé à peu près la perte d'azote, 0,20 pour 100, porté le gain d'azote nitrique de 7,14 à 22,34 pour 100 et diminué celui d'azote ammoniacal, 3,57 au lieu de 18,57 pour 100.

» Les sels de fer, en général, semblent nuisibles aux ferments destructeurs de la matière azotée, mais les sels organiques de fer favoriseraient la nitrification.

» Dans un sol complet, l'addition de sesquioxyde de fer, à la dose de $\frac{2}{1000}$, a réduit la déperdition d'azote de 31,63 à 21,43 pour 100, porté le gain d'azote nitrique de 7,14 à 19,69, et réduit celui de l'azote ammoniacal de 18,57 à 10,71.

» L'oxyde de fer n'entrave pas la décomposition de la matière azotée; il paraît modérer l'action énergique du carbonate de chaux et favoriser nettement la nitrification, par fixation d'ammoniaque, à la façon de l'argile et par ses propriétés oxydantes.

» Le sulfate de chaux introduit, à la dose de $\frac{5}{1000}$, dans les mêmes sols que le sulfate de fer, s'est montré partout supérieur à celui-ci au point de vue de la nitrification. Dans le sable purement siliceux, il a élevé le gain en azote nitrique de 1,43 à 11,43 pour 100; dans sable et calcaire, de 5,10 à 13,67; dans sable et argile, de 5,10 à 23,67; dans sable, argile et calcaire, de 7,14 à 34,48.

» Quant à la conservation de l'azote, son action est plus efficace que celle du sulfate de fer dans les sols argileux, peu différente dans les sols silico-calcaires. Elle ne s'est montrée inférieure que dans le sol purement

siliceux, en raison sans doute de la solubilité moins grande et moins rapide du sulfate de chaux.

» Le sulfate de chaux n'entrave pas la décomposition de la matière azotée par les ferments et en favorise grandement la nitrification.

» Au point de vue de la pratique agricole, le sulfate de fer sera utilement employé pour fixer l'ammoniaque dans les milieux où la formation en est rapide et après qu'elle aura été effectuée presque entièrement dans les fumiers, dans les urines, dans les fosses à purin, dans les eaux d'égout.

» Pour les engrais organiques plus lents à se transformer, tels que ceux qui entrent dans les composts, l'usage du sulfate de fer est mauvais, à cause de ses propriétés antiseptiques.

» Les résultats obtenus dans nos expériences nous paraissent susceptibles d'être généralisés et appliqués aux terres végétales; la matière azotée non altérée est sans doute plus rapidement décomposée et modifiée que celle déjà partiellement transformée en humus, mais on peut, sans témérité, supposer que les effets produits au contact des agents minéraux seront de même ordre et présenteront des différences de degré plutôt que de nature.

» Le sulfate de fer, employé à titre d'engrais ou d'excitant de la végétation, sera réellement efficace, plutôt comme amendement, dans les terres siliceuses peu humides, dépourvues d'argile, pauvres en calcaire et en oxyde de fer. Dans tous les autres terrains, l'emploi du plâtre sera plus avantageux.

» Dans les terrains colorés, ferrugineux, le sulfate de fer sera inutile, sinon nuisible, l'oxyde et les sels organiques de fer ayant une action nitrifiante bien marquée.

» La chlorose, provenant de l'insuffisance d'alimentation et non d'une influence météorologique ou cryptogamique, sera combattue par le plâtre aussi bien que par le sulfate de fer. On sait qu'une chlorose de ce genre ne résiste pas à l'action d'une dose convenable de nitrate de potasse ou de nitrate de soude dans une terre suffisamment pourvue de potasse et de phosphate de chaux.

» L'efficacité du plâtre, associé à l'argile et au calcaire, justifie l'ancienne pratique du marnage. Il est peu de marnes naturelles qui ne renferment du gypse en proportions variables.

» Destruction modérée de la matière organique azotée par le calcaire, fixation de l'ammoniaque par l'argile et le sulfate de chaux, limitation des pertes d'azote et régularité de la nitrification sous l'influence des mêmes

éléments, enfin fixation plus grande d'azote atmosphérique : tels sont les effets chimiques du marnage. C'est à bon droit que, depuis des siècles, la pratique agricole a donné le premier rang aux terres végétales renfermant l'argile et le calcaire associés au sable siliceux en notables proportions. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la valeur des débris animaux comme fumure azotée.* Note de MM. **A. Müntz** et **A.-Ch. Girard**, présentée par M. Duclaux.

« L'agriculture utilise comme fumure azotée de grandes quantités de déchets animaux, résidus de l'alimentation ou de l'industrie; le sang desséché, les débris de cornes, les déchets de laine et de cuir, les poudrettes, etc., forment l'objet d'un commerce important. L'azote qu'ils renferment est à l'état organique; il a besoin, pour servir d'aliment aux plantes, d'être amené à une forme minérale.

» Les organismes qui peuplent le sol se chargent de cette transformation : les uns commencent par décomposer la matière azotée en produisant de l'ammoniaque, les autres l'amènent finalement à l'état de nitrate, et c'est sous cette forme que les végétaux absorbent ordinairement, sinon exclusivement, les éléments azotés du sol. Les engrais organiques ayant besoin de se nitrifier pour être utilisés, leur aptitude à la nitrification semble devoir être la mesure de leur activité comme fumure.

» On s'était déjà préoccupé de comparer entre eux les engrais animaux par des expériences culturales; mais il n'existait pas de moyen rationnel pour déterminer dans le laboratoire leur efficacité relative. Les tentatives faites dans cette direction, par l'emploi de pepsines, ou par celui des alcalis concentrés et bouillants, s'éloignent à tel point des conditions naturelles, qu'on ne saurait leur attribuer aucune valeur pratique.

» Nous avons cherché à mesurer l'activité des engrais azotés organiques d'après leur aptitude à se nitrifier, en reproduisant sur une petite échelle les transformations qui ont lieu dans le sein de la terre. Frappés de ce fait que ceux des engrais qui ont peu d'influence sur les récoltes sont précisément ceux qui offrent le plus de résistance à l'action des organismes nitrifiants, nous avons basé sur ces observations un procédé consistant à déterminer la quantité de nitrate formé, dans un temps donné et dans des conditions identiques.

» Nous introduisons dans une terre apte à nitrifier, les substances à

essayer, à égalité d'azote et comparativement avec celles dont l'efficacité est connue, telles que le sang desséché, qui servira de point de repère, et nous déterminons la proportion de nitrate formé au bout de quelque temps. Les rapports obtenus dans les nombreuses expériences que nous avons faites à ce sujet se sont montrés sensiblement constants.

» En comparant les différents engrais commerciaux, nous sommes ainsi arrivés à les diviser en trois catégories : la première, avec une nitrification rapide, comprend le sang desséché, les débris de cornes, la viande desséchée, le guano, qui doivent être regardés comme ayant une activité presque aussi grande que les engrais minéraux, nitrate de soude et sulfate d'ammoniaque et comme produisant également leur action sur la récolte à laquelle on les a donnés; la seconde, comprenant le cuir torréfié, les déchets de laine, la poudrette, dont la nitrification est beaucoup plus lente, qui, par suite, sont incapables de donner tout leur effet dans le cours d'une année culturale et ont encore une influence sur la récolte suivante; la troisième, dans laquelle se rangent les débris de cuir non torréfiés, dont la nitrification est si faible qu'ils ne sauraient produire une augmentation sensible de rendement.

» Cette classification, obtenue par des moyens scientifiques, avait besoin d'être vérifiée par la pratique culturale. Nous avons choisi, dans les terres de la ferme de Joinville, des carrés épuisés par une série de cultures antérieures; nous leur avons donné une fumure complète, dans laquelle variait seulement la nature de l'engrais azoté, appliqué à égalité d'azote. Nous y avons semé du maïs fourrage, dont les exigences en azote sont bien connues. La même culture a été répétée l'année suivante sans nouvelle addition d'engrais. Les récoltes ont été pesées à l'état vert et à l'état sec et la quantité d'azote y a été déterminée; on a pu ainsi vérifier la valeur pratique du procédé que nous venons d'indiquer.

» Les engrais dont la nitrification est rapide ont donné la première année des récoltes presque aussi abondantes que le nitrate de soude et le sulfate d'ammoniaque, mais n'ont pas fait sentir d'une façon appréciable leur effet la seconde année.

» Les engrais à nitrification peu énergique ont fourni la première année des récoltes notablement inférieures aux précédentes, mais l'année suivante leur action a encore été très manifeste.

» Enfin ceux dont la nitrification est extrêmement lente n'ont pas eu d'influence sensible sur la récolte de la première année et n'en ont eu qu'une très faible sur celle de l'année suivante.

» En nous plaçant au point de vue économique et en additionnant les récoltes des deux années, nous trouvons que le maximum de rendement a été obtenu avec les engrais à nitrification rapide, dont l'azote a été utilisé dans la proportion d'environ 60 pour 100. Ils ont eu une supériorité notable sur ceux auxquels leur nitrification plus lente a assuré une plus longue durée d'action et dont l'azote a été utilisé dans la proportion d'environ 40 pour 100; d'ailleurs les premiers, ayant donné tout leur effet dans le courant d'une année, ont eu un autre avantage sur les seconds, dont l'utilisation a nécessité l'immobilisation du sol pendant deux années consécutives et par suite deux façons culturales.

» Quant à ceux qui ne nitrifient qu'avec une grande lenteur, 20 pour 100 seulement de leur azote ont été absorbés par les récoltes; leur emploi direct ne nous semble à conseiller que dans des composts, où ils se désagrègent lentement, en contribuant à la formation du terreau.

» L'unité de poids d'azote dans les engrais animaux se paye souvent plus cher que dans les engrais salins; nos recherches, s'appliquant aux terres normales, où la nitrification est facile, infirment ces errements de la pratique et montrent qu'il serait logique de payer à un prix plus élevé l'azote du nitrate de soude ou du sulfate d'ammoniaque, qui est d'une utilisation immédiate et dont on est maître de régler l'application suivant les besoins des récoltes, que l'azote des engrais organiques, dont la mise en circulation ne concorde pas toujours avec l'époque où les plantes en ont besoin et peut souvent se faire attendre longtemps.

» Il convient d'ailleurs d'établir de grandes différences entre le prix de l'azote dans les divers résidus animaux, d'après l'activité de leur nitrification. Le dosage seul de l'azote organique n'est pas suffisant pour déterminer la valeur de ces produits; il faut y joindre l'étude de la nitrification, dont l'intensité relative doit être un facteur important dans l'évaluation de leur valeur agricole. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des feuillets blastodermiques chez les Crustacés isopodes* (Porcellio scaber). Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« J'ai montré, dans une précédente Note, l'origine du blastoderme des embryons de *Porcellio*. Le disque germinatif, contenant le noyau de l'œuf fécondé enveloppe le vitellus nutritif en lui empruntant le protoplasme né-

cessaire à cette extension; son noyau se divise, suivant les procédés karyokinétiques habituels, en plusieurs segments qui se partagent eux-mêmes; et son ensemble s'organise ainsi en cellules qui augmentent rapidement de nombre. Cette évolution est achevée lorsque le vitellus nutritif est entouré par une assise simple d'éléments blastodermiques.

» Le blastoderme prolifère alors en plusieurs régions et sur sa face interne. L'une de ces régions, qui occupe la future ligne médiane et ventrale de l'embryon, s'étend depuis l'extrémité antérieure de l'œuf jusqu'à l'extrémité postérieure; une bande saillante se forme, qui s'avance dans le vitellus et se divise rapidement en deux zones parallèles juxtaposées. Cette bande parallèle va produire les centres nerveux; elle est interrompue, au-dessous du pôle antérieur du corps, en un point où le stomodéon apparaît; ainsi divisée, sa partie antérieure constitue l'ébauche du cerveau, et sa partie postérieure celle de la moelle ventrale.

» Au moment où naissent les premiers indices des centres nerveux, les éléments blastodermiques se multiplient en deux régions placées sur les côtés de l'embryon, un peu en arrière de l'ébauche cérébrale et de part et d'autre de la ligne médiane. Chacun de ces rayons présente bientôt, sous le blastoderme, une couche de cellules qui s'accroît suivant trois directions : en haut, en bas et en arrière. Lorsque l'extension dans les deux premiers sens atteint une certaine amplitude, elle s'arrête, et la couche cellulaire s'enfonce horizontalement, par son bord supérieur et par son bord inférieur, dans le vitellus nutritif qu'elle découpe comme à l'emporte-pièce. Cette nouvelle extension cesse lorsque les deux bords parviennent sur la ligne médiane; ceux-ci se recourbent alors en dedans, et, continuant à s'accroître, ils se rapprochent l'un de l'autre jusqu'à ce qu'ils se rencontrent et se soudent. Chaque couche a constitué de cette façon un tube, qui occupe la majeure partie de la moitié correspondante du corps de l'embryon, et dont la cavité, se fermant en arrière, contient le vitellus nutritif qu'elle a emprisonné pendant son développement. Ces deux tubes sont des ébauches de l'organe nommé à tort *foie* des Crustacés; cet organe, limité par l'endoderme dont on vient de suivre le mode de formation, doit être considéré comme l'entéron de ces animaux; ses fonctions du reste, et notamment chez les Crustacés inférieurs, sont plutôt nutritives que glandulaires.

» Le foie étant mis à part, le reste du tube digestif dérive de deux invaginations blastodermiques opposées, l'une inférieure et quelque peu ventrale, l'autre supérieure et légèrement dorsale. Les dépressions s'enfoncent

dans le vitellus pour aller à leur rencontre mutuelle; elles se touchent d'abord, puis se confondent, et leur région de soudure se relie elle-même aux deux parties du foie. L'invagination antérieure ou stomodéale produit l'œsophage et l'estomac, et l'invagination postérieure ou proctodéale engendre l'intestin.

» Le mésoderme apparaît pendant que ces diverses évolutions se poursuivent. Ce feuillet est produit par les éléments du blastoderme; la plupart d'entre eux se divisent en segments, dont l'externe continue à faire partie de la couche blastodermique, tandis que l'interne pénètre dans le vitellus. Celui-ci se partage à son tour en plusieurs autres cellules, et, le même fait intervenant pour le blastoderme entier, l'ensemble de ces éléments constitue le mésoderme. Les principales zones de prolifération sont placées sur la face ventrale du corps, à la base des pattes; elles sont donc au nombre de deux, situées de part et d'autre de la ligne médiane. Les cellules mésodermiques se nourrissent aux dépens du vitellus nutritif qui les entoure; elles évoluent suivant le procédé mésenchymateux typique, et les cavités qui naissent entre elles pour former les canaux vasculaires sont, à leur début, des petites lacunes conjonctives aux contours irréguliers. Aucune de ces cavités ne peut être considérée comme répondant, soit par son mode de développement, soit par son origine, aux zoonites mésodermiques des Annélides.

» Le blastoderme fournit à ces diverses proliférations, sans perdre son aspect d'assise épithéliale simple placée autour du vitellus nutritif; il conserve cette disposition après que les ébauches du mésoderme avec celles de l'endoderme ont pris naissance à ses dépens et se sont séparées de lui; il représente alors l'ectoderme. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le dégagement d'oxygène par les plantes, aux basses températures.* Note de M. **Henri Jumelle** (1), présentée par M. Duchartre.

« Dans les régions polaires ou à de hautes altitudes, certains végétaux résistent à de très basses températures. Là où règnent des froids persistants de — 50°, on rencontre encore une grande quantité de Cryptogames

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(Champignons, Mousses, Hépatiques, Lichens) et même quelques Conifères, telles que le Pin et le Genévrier.

» Les plantes soumises à ces froids intenses sont, en général, à l'état de vie latente, ne respirant ni n'assimilant plus. Toutefois, nous avons précédemment ([1]) montré que cet état peut être dû, non seulement au froid, mais à une perte d'eau de la plante. Au-dessous de 0°, en effet, la plupart des Cryptogames se dessèchent, ce qui suffit pour arrêter les échanges gazeux. Il restait donc à rechercher comment se comportent, au point de vue de ces mêmes échanges, dans les mêmes conditions de température, les Cryptogames ou les Conifères non desséchées. C'est, d'ailleurs, le cas qui, en réalité, doit se présenter le plus souvent pour les Conifères, qui renferment toujours une certaine proportion d'eau.

» Dans nos expériences, nous avons exposé à des températures de — 30° à — 40° des Lichens imbibés d'eau et des rameaux de Conifères fraîchement coupés, et nous avons déterminé les modifications que ces plantes, placées dans ces conditions à la lumière ou à l'obscurité, ont fait subir à l'atmosphère qui les entoure.

» Pour la respiration, les résultats pouvaient être prévus, car l'intensité respiratoire diminue rapidement avec la température; déjà, à 0°, elle est très faible. En réalité, nous n'avons jamais pu, à l'obscurité, au-dessous de — 10°, constater un dégagement appréciable d'acide carbonique.

» L'intérêt de ces recherches consistait surtout dans l'étude de l'assimilation chlorophyllienne, qui semble, en effet, bien plus indépendante de la température que la respiration. Peut-il donc y avoir, dans les cellules vertes, assimilation alors que la respiration n'a plus lieu; et jusqu'à quelles limites inférieures le phénomène peut-il se poursuivre? Ces limites inférieures ont toujours été trouvées jusqu'à ce jour supérieures à 0°. Cloëz et Gratiolet n'ont constaté l'assimilation pour la Vallisnérie qu'au-dessus de + 6°, et Boussingault, pour les aiguilles de Pin Laricio, qu'au-dessus de + 0°,5. Mais ces nombres sont loin de donner une idée réelle de la limite minima de température à laquelle s'arrête le phénomène.

» Nous donnerons simplement les résultats principaux de nos recherches, qui ont été faites successivement avec deux appareils différents.

» Le premier est celui que MM. Drion et Loir employaient pour congeler le mercure à — 40°. Le froid y est obtenu par l'évaporation de l'acide sulfureux liquide. L'éprou-

---

([1]) Henri Jumelle, *La vie des Lichens pendant l'hiver* (*Mémoires de la Société de Biologie*, 12 décembre 1890).

vette renfermant la plante est plongée dans ce liquide, exposée à la lumière; elle est hermétiquement fermée et communique seulement, par un tube en verre, avec un appareil à prises, au moyen duquel, avant et après l'expérience, on extrait de petites quantités de gaz, qu'on analyse.

» Une seconde série de recherches a été faite avec un appareil récemment imaginé par M. Cailletet, le cryophore, dans lequel le froid est obtenu par la détente de l'acide carbonique liquide, qui traverse un serpentin placé dans un vase métallique rempli d'alcool. La température de l'alcool s'abaisse rapidement, à l'obscurité, jusqu'à — 80°; on la maintient au degré voulu en faisant passer, de temps à autre, dans le serpentin, un jet d'acide carbonique liquide.

» Nos expériences devant être faites au soleil, il était difficile d'obtenir, d'une façon constante, des températures aussi basses. Nous avons simplement cherché à réaliser une température de — 40°.

Un ballon en verre, hermétiquement fermé et renfermant la plante, est placé dans l'alcool; au moyen d'une glace, on projette, par réflexion, sur ce ballon les rayons solaires; il y a communication entre le ballon et un appareil à prises de gaz.

» Dans les deux appareils, la température de l'atmosphère des flacons contenant les plantes est déterminée par un thermomètre placé à leur intérieur.

» Nous avons expérimenté sur trois Lichens (*Evernia Prunastri*, *Physcia ciliaris* et *Cladonia rangiferina*) et sur deux Conifères, l'Epicéa et le Genévrier.

» 1° *Picea excelsa*. — Des rameaux d'Epicéa sont restés six heures à une température moyenne de — 35°, à une lumière diffuse, avec intermittences de soleil; la plante a résisté au froid, a décomposé 0,90 pour 100 de l'acide carbonique de l'air et a rejeté 0,95 pour 100 d'oxygène. Il y a donc eu assimilation chlorophyllienne à — 35°.

» 2° *Juniperus communis*. — Des branches de Genévrier sont restées pendant trois heures et demie, à la lumière diffuse, à une température qui s'est abaissée peu à peu de — 17° à — 40°, puis est remontée, pendant la dernière demi-heure, jusqu'à — 33°. Elles ont décomposé 0,75 pour 100 d'acide carbonique et rejeté 1,05 pour 100 d'oxygène.

» 3° *Evernia Prunastri*. — Dans une première expérience, un *Evernia Prunastri* imbibé d'eau a été exposé au soleil, pendant trois heures, à 30°. Au bout de ce temps, l'atmosphère du flacon qui le renfermait contenait, en plus, 0,98 pour 100 d'oxygène, et, en moins, 0,60 pour 100 d'acide carbonique. Il y a donc eu décomposition de ce dernier gaz, c'est-à-dire assimilation. La plante, retirée du flacon, a la dureté d'un bloc de glace. Cette expérience, faite avec l'appareil Drion et Loir, a été répétée avec le cryophore Cailletet.

» L'*Evernia Prunastri* est resté quatre heures au soleil; la température s'est abaissée de — 14° à — 37°, puis est remontée, pendant la dernière heure, à — 32°. Dans l'atmosphère du ballon, il a disparu 0,68 pour 100 d'acide carbonique, et il y a, en plus, 0,75 pour 100 d'oxygène. Pendant les quatre heures suivantes, la température est restée entre — 30° et — 20°; la plante a décomposé 0,67 pour 100 d'acide carbonique et dégagé 0,80 pour 100 d'oxygène.

» Une troisième expérience a donné les mêmes résultats.

» 4° *Physcia ciliaris* et *Cladonia rangiferina*. — Des expériences analogues ont été faites avec deux autres Lichens, le *Physcia ciliaris* et le *Cladonia rangiferina*. A une température moyenne de — 25°, nous n'avons pu ici observer, au soleil, de décomposition d'acide carbonique.

» Ces deux Lichens ne paraissent donc pas assimiler à ces basses températures. Nous devons faire remarquer, à ce propos, que l'*Evernia Prunastri*, dans les conditions ordinaires, a, en général, des échanges gazeux très intenses, bien supérieurs, par exemple, à ceux du *Cladonia rangiferina*. Il devient donc plus difficile, pour ces derniers Lichens, de constater l'assimilation lorsqu'elle s'affaiblit.

» Quoi qu'il en soit, qu'il nous suffise d'avoir montré que l'assimilation, qu'on n'avait jamais, jusqu'à ce jour, constatée au-dessous de 0°, peut parfois être observée encore à des températures bien inférieures.

» En résumé : *Chez les plantes capables de résister, humides, aux froids intenses, la décomposition de l'acide carbonique peut persister à de très basses températures, alors que la respiration est depuis longtemps supprimée.*

» *Des Conifères telles que l'Épicéa et le Genévrier, un Lichen, l'*Evernia Prunastri, *ont assimilé, à la lumière, le carbone de l'air dans une atmosphère où la température s'est abaissée jusqu'à* — 35°, *et même* — 40°. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Les champignons parasites des Acridiens.* Note de MM. **J. Kunckel d'Herculais** et **Ch. Langlois**, présentée par M. Duchartre.

« Au mois de mars 1888, l'un de nous, dans la Conférence qu'il fit au congrès d'Oran, a fait l'historique complet des observations des naturalistes sur les Cryptogames entomophytes des Acridiens. Il a rappelé qu'un naturaliste américain, le professeur Herbert Osborn, avait, dès 1883, proposé de cultiver l'*Entomophtora Calopteni* Bessem, et de le propager dans les localités envahies par les Acridiens; que, de son côté, le professeur Metschnikoff (1884) avait pensé qu'on pouvait multiplier artificiellement l'*Isaria destructor* Metsch., et l'*I. ophioglossoides* Krass. Il a signalé la production des spores d'*Isaria destructor* dans la petite usine d'Imelia, exposé les résultats satisfaisants obtenus par semis de spores pour la destruction des Charançons ravageurs de betteraves, les *Cleonus punctiventris*. M. Krassiltschick s'était fait fort, par des semis de spores d'*Isaria*, d'arrêter la multiplication des Acridiens, ce qui n'a pas eu lieu.

» Depuis 1888, M. Künckel s'est attaché à rechercher si les Stauro-

notes marocains, hôtes des Hauts-Plateaux, n'étaient pas atteints par une affection cryptogamique : il a toujours constaté que la mortalité dans les sols était causée par un Diptère parasite, le *Sarcophaga clathrata* Mergen. Cette année, au début de l'invasion des Criquets pèlerins, il se rendit à Biskra pour suivre leur évolution. Il recueillit, le 26 mars, un grand nombre d'individus des deux sexes. Ces Acridiens étaient parfaitement sains; au fur et à mesure des appariements, les couples étaient isolés. Quelques cas d'affection cryptogamique se manifestèrent dans ceux qui étaient réunis en groupe; mais la mortalité fut insignifiante, la contamination de proche en proche paraissant très difficile. Dans un couple, le mâle mourut portant des signes d'infection; sa femelle fut associée à un autre mâle, s'accoupla, fit une première ponte le 29 mai, une seconde le 4 juin, mourut le 9, son mâle mourut également le 16 sans avoir manifesté de signes d'infection.

» Le 9 et le 16 mai, M. Künckel fit à la Société d'Agriculture d'Alger deux Communications dans lesquelles il annonçait que, contrairement à l'idée reçue, les Criquets pèlerins ne moururent pas après la ponte, mais que ceux qu'on trouvait çà et là sur les gisements d'œufs en partie morts étaient atteints par une affection cryptogamique ([1]). M. Künckel et M. Langlois ayant trouvé chacun de son côté, l'un aux environs d'Alger à la Righaïa, l'autre au voisinage d'Hammam Rhiza, des Criquets pèlerins contaminés, s'associèrent pour faire des observations en commun. Voici les résultats des observations faites par eux séparément, et communiquées à la Société d'Agriculture d'Alger le 30 mai.

» Nous avons le regret de dire que c'est toujours après que les Criquets pèlerins s'étaient appariés, accouplés, avaient pondu, qu'ils mouraient contaminés; que c'était par conséquent lorsqu'ils avaient accompli leur cycle évolutif, et commis leurs ravages qu'ils succombaient.

» Nous ajouterons que des conditions toutes spéciales paraissent nécessaires pour favoriser le développement du Champignon parasite; ce n'est que sur les individus capturés dans des lieux humides, soit sur certains points des Hauts-Plateaux, soit sur le littoral, que nous avons pu constater les signes caractéristiques de l'infection. Nous ferons observer qu'à l'état de nature les Criquets pèlerins savent se grouper au pied des plantes et des arbustes, grimper sur ces derniers en prenant la position verticale pour éviter l'action de la rosée. En captivité, ce n'est que sous

---

([1]) Voir *Dépêche algérienne*, 19 mai 1891.

des grillages recouverts tous les soirs d'un linge mouillé que la maladie s'est manifestée sur un certain nombre d'individus, de telle sorte que ces Acridiens ne trouvent que très rarement, à l'état libre, des conditions favorables au développement des Entomophytes.

» Quelques femelles capturées pendant l'acte de la ponte avaient les derniers anneaux de l'abdomen entièrement envahis par les Cryptogames. Des lieux de pontes il a été rapporté des Criquets, qui sont encore vivants et opèrent régulièrement leurs mues, bien que, depuis leur capture, ils aient été renfermés avec des adultes fortement contaminés. On pourrait supposer que les œufs seraient plus faciles à contaminer; mais les œufs sont protégés par un bouchon spumeux, et leur enveloppe est résistante. Il nous a été permis d'observer des grappes d'œufs entièrement couvertes de filaments mycéliens (moisissures) (?) dont les embryons ont continué régulièrement leur développement. Il ne faut pas oublier que ces embryons sont protégés par une enveloppe qu'ils rejettent aussitôt qu'ils sont éclos. Ayant raclé les efflorescences des anneaux, les ayant semées abondamment sur les larves de l'Altise de la Vigne, ces larves, bien que jeunes, ont continué à se développer et se sont même transformées en insectes parfaits. Ces efflorescences blanchâtres se trouvent le plus souvent au point de jonction des deux premiers anneaux, très fréquemment aussi derrière les pattes postérieures, enfin sur tous les anneaux et quelquefois dans les régions les plus diverses.

» La maladie paraît absolument superficielle; aux points où elle se développe se trouve un feutrage de mycélium accompagné d'un très grand nombre de spores. Il est assez fréquent de trouver au milieu des efflorescences des Champignons saprophytes, notamment l'*Alternario tenuis*. Des coupes menées à travers les terrains contaminés n'ont pas permis de constater la pénétration du Champignon parasite dans la profondeur de l'organisme; cependant certains anneaux ont pu être déformés au point d'empêcher la ponte : mais ce cas est relativement rare. Comme preuve de la résistance des Acridiens au parasitisme, nous pouvons citer une femelle capturée à Biskra, le 26 mars, qui n'a succombé que le 16 juin, présentant des taches cryptogamiques et laissant échapper un ver parasite du genre *Gordius*.

» M. le professeur Trabut est d'accord avec nous pour considérer l'affection cryptogamique en question comme absolument superficielle.

» Quant au Cryptogame, au premier examen, on aurait pu croire qu'on se trouvait en présence d'un *Empusa,* mais alors d'une espèce spéciale.

Après étude approfondie, nous rapprochons le Cryptogame parasite du Criquet pèlerin du *Polyrhizium Leptophyei* Giard.

» Les spores sont bien, comme le dit M. Giard, de deux sortes, les unes plus petites, ovoïdes, d'environ 6μ, naissant par groupes de deux ou trois à l'extrémité des hyphes, les autres plus grandes, à contenu granuleux, également ovoïdes, de 9μ sur 5μ, divisées en deux par une cloison qui détermine l'étranglement de la spore. Ces dernières spores sont considérées par M. Giard comme des spores durables. Le mycélium du Champignon présente des cloisonnements assez rapprochés.

» Il nous a été facile de faire germer les spores; les cultures sur milieux solides, gélatine-peptone, agar agar nutritive, acide ou légèrement alcaline, n'ont donné que des résultats douteux, les cultures étant contaminées par des Bactéries vulgaires. Il faudrait des cultures spéciales pour les séparer.

» En résumé, nous nous trouvons en présence d'une affection parasitaire bénigne, n'attaquant que des individus parvenus au terme de leur évolution, et qui paraît ne se transmettre que très difficilement aux insectes, fussent-ils de la même espèce.

» Pour nous, comme pour M. le Dr Trabut, il ne nous semble pas possible de fonder des espérances sur un mode de destruction reposant sur le développement artificiel des Champignons parasites observés sur les Criquets pèlerins. »

GÉOLOGIE. — *Sur les granites prétendus postsecondaires de l'Ariège (feuille de Foix).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« La question de l'âge du granite a préoccupé tous les géologues qui ont étudié l'Ariège. Tous sont d'accord pour admettre l'existence de granites anciens (dont quelques-uns sont postérieurs au silurien et peut-être au dévonien), mais un certain nombre d'entre eux, Durocher et Zirkel en particulier, admettent, en outre, une venue granitique postérieure au terrain jurassique. Les points, étudiés par ces savants et servant de base à leur opinion, se trouvent au port de Saleix et aux environs d'Ercé sur la feuille de Foix.

» L'étude des points considérés m'a conduit à des conclusions différentes de celles qui ont été énumérées plus haut. Je passerai successivement en revue les divers gisements.

» *Port de Saleix.* — L'opinion de Durocher peut se résumer ainsi : « Les

» calcaires jurassiques du port de Saleix sont percés par le granite qui
» s'injecte au milieu d'eux et forme des nodules dans leur masse; le déve-
» loppement de la couzéranite dans ces calcaires est dû à un phénomène
» de contact du granite. »

» Lorsqu'on va du col au port de Saleix et surtout aux alentours immédiats de ce dernier, on peut constater, au fond des petits ravins qui sillonnent le flanc nord de la vallée, l'existence de roches anciennes qui, par place, apparaissent à divers niveaux *sous* les calcaires. On voit nettement que les calcaires *reposent* sur ces roches et ne sont pas percés par elles. De plus, l'examen pétrographique montre que les roches en question mises au jour par érosion sont variées de composition. On rencontre, dans des *conditions géologiques identiques*, du *granite* et des *gneiss* (schisteux) granulitisés, avec alternance de lits minces de *gneiss amphiboliques*, d'*amphibolites*, etc. Au point de vue de leur relation avec les calcaires, il est impossible de distinguer ces granites des roches schisteuses dont on ne peut en aucune façon faire des roches éruptives.

» De plus, au contact immédiat des roches anciennes et des calcaires, on trouve dans ces derniers des fragments plus ou moins nombreux de ces mêmes roches anciennes. Ce fait n'avait pas échappé à Durocher, qui regardait ces fragments de roches feldspathiques comme le résultat d'une *injection* du granite dans le calcaire. L'examen attentif de ces échantillons de contact ne permet pas d'admettre une semblable opinion; ils sont, en effet, constitués par un ciment calcaire englobant des *fragments arrondis de granite*, de *gneiss granulitique*, d'*amphibolite* et surtout du *sable granitique* ou *gneissique*, formé aux dépens de ces roches anciennes dont tous les éléments (quartz, orthose, feldspath triclinique, mica, amphibole, etc.), se retrouvent en *fragments brisés*. Ce sont de véritables *grès* et *arkoses à ciment calcaire*.

» Lorsque l'on s'éloigne du contact immédiat, la proportion des éléments *clastiques* diminue, et ce n'est plus que de loin en loin que l'on rencontre dans le calcaire des galets souvent volumineux de gneiss ou de granite (col de Saleix).

» A elles seules, ces *couches détritiques* suffisent pour établir l'antériorité du granite aux dépôts jurassiques; mais, en outre, je ferai remarquer que ces brèches sont dépourvues de minéraux métamorphiques qui, dans l'hypothèse que je combats, devraient présenter là leur maximum de développement.

» *Serres d'Ercé*. — Le point décrit par Zirkel est non moins typique. Dans

les schistes calcaires jurassiques (lias?), on voit un banc à éléments granitiques assez altérés. Il n'est pas massif, mais constitué par de *gros galets* (¹) réunis par un ciment argilo-calcaire; il est accompagné de schistes noirs de même composition que ce ciment, schiste rempli de *débris granitiques*. A 50ᵐ de ce point, j'ai pu isoler encore d'un banc de calcaire blanc compact un *galet de granulite* ayant la grosseur des deux poings. L'étude microscopique des fragments calcaires extraits de la brèche à grands éléments et de ceux qui renferment du sable granitique fait voir que, dans ces échantillons, il n'y a pas trace de minéraux métamorphiques et, notamment, de couzéranite, et que tous les minéraux qui y sont renfermés sont nettement clastiques et constitués par des débris de granite et de granulite.

» Les faits qui viennent d'être énumérés me semblent suffisamment probants pour pouvoir affirmer qu'il n'existe pas de granite postsecondaire dans la région de l'Ariège que j'ai parcourue (feuille de Foix) et que *le développement de couzéranite, trémolite, etc., dans ces calcaires est indépendant de toute action de contact*. J'aurai l'occasion de revenir sur la nature de leur métamorphisme dans une prochaine Communication.

» Par contre, à quelques centaines de mètres du port de Saleix, vers le sud, il est facile d'étudier les phénomènes de contact du granite sur les calcaires paléozoïques. On constate alors qu'au contact immédiat le calcaire est, sur plusieurs mètres, transformé en grenat grossulaire massif ou chargé de grenat, idocrase, pyroxène, wollastonite, etc., minéraux inconnus dans les calcaires secondaires métamorphiques de la région. Les schistes paléozoïques qui les accompagnent sont en même temps transformés par le mode ordinaire en cornéenne à andalousite, schistes noduleux, etc.

» Ainsi, dans cette région, les roches paléozoïques, en contact avec le granite, sont profondément modifiées, tandis que les assises jurassiques, n'ont subi aucune action métamorphique de contact. »

(¹) Dans cette région, les assises secondaires reposant sur le granite débutent souvent par des poudingues à galets granitiques ou des arkoses (Soueix, Rogalle, environs d'Escampis, col de Saleix, etc.), auxquels succèdent d'ordinaire des assises calcaires, d'autant plus riches en débris granitiques, qu'on les observe plus près du poudingue.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge d'un granite porphyroïde des Pyrénées-Orientales.* Note de M. **Joseph Roussel**, présentée par M. Fouqué.

« On sait que Dufrenoy a signalé, à Saint-Martin (Pyrénées-Orientales), un granite qui envoie des filons dans le calcaire fossilifère de l'infracrétacé, et qu'il considère comme très récent ([1]). Je vais rapporter quelques observations à l'appui de la thèse du savant géologue.

» Le granite de Saint-Martin fait partie d'un important massif granitique largement développé dans la partie nord-ouest du département des Pyrénées-Orientales. Ce granite est presque partout porphyroïde : dans la masse principale, composée de mica vert foncé ou noir, d'orthose, d'oligoclase et de quartz, se sont formés de grands cristaux maclés de feldspath orthose, ordinairement roses, renfermant des lamelles de mica verdâtre ou noir, et aussi, mais fort rarement, des lamelles de mica blanc; quelquefois ces cristaux s'alignent suivant certaines directions.

» Ce granite s'est épandu sur le gneiss cristallophyllien ou sur les schistes primaires; et ceux-ci, dans la zone de contact, sont surchargés de silice et de mica et, dans la suivante, de cristaux rosés d'andalousite ou de cristaux noirâtres de staurotide : ce qui prouve que le granite est postérieur aux schistes.

» Le massif granitique est traversé par des calcaires secondaires, disposés en plis anticlinaux, qui se prolongent, de part et d'autre, au delà de la région des granites. Dans celle-ci, les calcaires ont pour substratum, non pas le granite, mais le gneiss ou les schistes primaires; ce n'est que dans certains cas, et sur le bord des zones calcaires, que le granite s'est interposé entre le calcaire et le gneiss ou les schistes. Souvent il est possible de voir le calcaire ou les marnes plonger profondément sous le granite. C'est ce qui a lieu, par exemple, sur les bords de la Désix, au point où cette rivière s'engage dans le pli des terrains secondaires de Pézilla.

» A Bélesta-de-la-Frontière, quelques blocs et même de vrais îlots de calcaire sont enclavés dans le granite. A Fenouillet, sur la route, on trouve des granites injectés dans les marnes albiennes, et nous savons déjà qu'il en est de même à Saint-Martin.

» Mais les observations les plus importantes ont été faites à Lesquerde.

([1]) *Explication de la Carte géologique de France*, t. III, p. 128.

» En ce lieu existent diverses formations que j'ai eu l'occasion d'étudier.

» Ce sont d'abord des calcaires à réquiénies et à *Ostrea aquila* et des marnes à *Ammonites mayorianus*, qui se dressent au nord du village, et forment une voûte isoclinale renversée, plongeant au sud.

» Sur ces couches s'est étendu le granite porphyroïde. Celui-ci, près du sommet de la montagne, est disposé en mince nappe, de sorte qu'au-dessous apparaît çà et là l'infracrétacé, sur lequel le granite est même isolé, par endroits, sous forme d'îlots.

» A la suite est un quartzite, avec oxyde de fer, s'appuyant, près de la crête, sur le calcaire, et plus bas, sur le granite. Ce quartzite est une couche sédimentaire qu'on retrouve, sous forme de rocs isolés, de lambeaux et de lentilles, depuis Rosiguères jusqu'au pays de Sault.

» Entre Fenouillet et Espézels, elle fait partie d'une formation de marnes et de grès renfermant des empreintes d'algues, caractéristiques de l'étage cénomanien. A l'est de Fenouillet, le quartzite existe seul, et encore a-t-il souvent disparu.

» A Lesquerde, il en reste des lambeaux importants qui ont préservé le granite de la dénudation. Mais, en un point où le quartzite a été emporté de bonne heure, le granite a été fortement entamé et laisse voir, au-dessous, l'infracrétacé. Ce point est situé à l'est du village, au-dessus de la route, sur le sentier de Lansac à Saint-Paul. On y observe un phénomène très important et très rare. Dans le granite, taillé verticalement, et partiellement décomposé dans le haut de la tranchée, mais presque massif dans le bas, on aperçoit, disséminés dans les diverses parties de la masse granitique, plusieurs fragments anguleux de calcaire dont quelques-uns ont un volume de deux ou trois décimètres cubes.

» A gauche de la tranchée, les travaux ont mis à nu des marnes albiennes criblées de filonnets de granite, et, à droite, les calcaires aptiens d'où proviennent les blocs englobés dans la roche éruptive, de sorte qu'en ce lieu on peut étudier l'action métamorphique du granite sur les roches auxquelles il s'est juxtaposé et sur celles qu'il s'est incorporées.

» Au contact du granite, les marnes noires de l'albien se sont diversement colorées et ont perdu leur calcaire; elles ont été transformées en vrais schistes argileux irisés de rouge, de vert et de jaune, qui ne font pas du tout ou font à peine effervescence avec les acides. Les calcaires, dans la zone de contact, sont devenus caverneux, noirâtres et comme calcinés et passent, par endroits, au fer spathique. Ils sont revêtus d'un enduit argileux gris cendré, plus ou moins épais, et, par places, surchargé de mica.

Dans la partie qui n'est pas altérée, ils sont restés gris et finement menus.

» Ces transformations sont beaucoup moins importantes que celles qu'ont subies les schistes primaires au contact du granite, mais elles sont analogues à celles qu'ont éprouvées les calcaires inclus dans les ophites.

» Le granite porphyroïde de la partie nord-ouest des Pyrénées-Orientales s'est donc injecté, sous forme de filon, dans les calcaires et les marnes de l'infracrétacé, il ne leur sert pas de substratum et s'y superpose, au contraire ; en divers lieux, il en a englobé des fragments et les a métamorphisés. En outre, il est placé sous le quartzite ferrugineux de l'étage cénomanien. Il semble donc qu'il ait fait éruption au commencement de la période crétacée, c'est-à-dire à l'époque de l'un des plus grands cataclysmes qui soient survenus dans les Pyrénées. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'entraînement musculaire.* Note de M. CHARLES HENRY.

« En étudiant, dans une publication de M. J. Delbœuf [1], les débuts de séries de nombres de kilogrammes obtenus successivement au dynamomètre par des efforts maxima, on entrevoit, avant l'influence de la fatigue, une loi d'entraînement musculaire. Portons sur une première ligne la série des nombres de kilogrammes; sur une deuxième, les quotients successifs de ces nombres par le premier nombre obtenu, quotients réduits à la première octave, c'est-à-dire multipliés ou divisés par 2 autant de fois qu'il est nécessaire pour que le nombre soit < 2 et > 1. Portons sur une troisième et sur une quatrième ligne celles des douze premières puissances entières positives et négatives de $\frac{3}{2}$, également réduites à la première octave, qui sont les plus approchées de ces quotients; nous remarquons ceci : chaque fois que l'exposant de ces puissances, consigné sur la quatrième ligne, est de la forme 2^n, ou 2^n+1 (premier), ou 2^n, multiplié par un ou plusieurs nombres de la forme 2^n+1 (premier), formes que j'appelle *rythmiques*, l'effort maximum suivant est, à quatre exceptions près, plus grand que l'effort maximum précédent.

50.	50.	49.	51.	53.	56.	59.	55.	56.	57.	60.	54.	51.	53.	54.	52.	50.
»	1	1,96	1,02	1,06	1,12	1,18	1,10	1,12	1,14	1,20	1,08	1,02	1,06	1,08	1,04	1
»	0	1,973	1,013	1,067	1,125	1,185	1,107	1,125	1,125	1,201	1,067	1,013	1,067	1,067	1,053	0
»	0	−12	+12	+7	+2	−3	−10	+2	+2	+9	+7	+12	+7	+7	−5	0

(1) *Éléments de Psycho-Physique générale et spéciale*, p. 96 et suiv.

» Il était tout indiqué de chercher à vérifier, par une méthode rigoureuse, cette loi, qui apparaît d'ailleurs, avec des modifications secondaires, dans d'autres domaines de la physiologie des sensations.

» J'ai fait construire à cette fin par M. Aubry des haltères pesant 5^{kg}, et auxquels un dispositif simple permet d'ajouter successivement les vingt-quatre poids supplémentaires suivants :

kg 0,070,	kg 0,265,	kg 0,365,	kg 0,535,	kg 0,625,	kg 0,925,	kg 1,005,	kg 1,240,
1,330,	1,660,	1,755,	2,015,	2,115,	2,360,	2,500,	2,900,
3,005,	3,320,	3,435,	3,885,	4,010,	4,360,	4,490,	4,865.

» On a ainsi, pour les sommes de chacun de ces poids et du poids de l'haltère, des nombres dont les rapports avec le poids de l'haltère correspondent aux douze premières puissances entières positives et négatives de $\frac{3}{2}$ réduites dans la première octave, dans l'ordre suivant des exposants :

+12,	− 5,	+ 7*,	−10,	+ 2,	− 3,	+ 9*,	− 8,
+ 4,	− 1,	+11*,	− 6,	+ 6,	−11*,	+ 1,	− 4,
+ 8,	− 9*,	+ 3,	− 2,	+10,	− 7*,	+ 5,	−12.

» Dans ce Tableau, les six poids de rapports non rythmiques ont été marqués par un astérisque. Si l'on ajoute entre eux les poids de rapports rythmiques immédiatement inférieurs à chaque poids de rapports non rythmiques et que l'on appelle T_0 ce total; si l'on ajoute entre eux les poids de rapports non rythmiques et que l'on appelle T_1 ce total; si l'on ajoute entre eux les poids de rapports rythmiques immédiatement supérieurs aux poids de rapports non rythmiques et que l'on appelle T_2 ce total : on trouve sensiblement

$$\frac{T_0}{T_1} = \frac{T_1}{T_2} = 0,97.$$

» Soient E_0, E'_0 les efforts maxima de pression des muscles fléchisseurs de la main droite enregistrés au dynamomètre de Régnier avant et après la succession de poids de rapports rythmiques T_0; la fraction $f_0 = \frac{E_0 - E'_0}{E_0}$ mesure la fatigue ou, si elle est négative, l'entraînement. De même, la fraction $\pm f_1 = \frac{E_1 - E'_1}{E_1}$ mesure la fatigue ou l'entraînement produit par la succession T_1 de poids de rapports non rythmiques; la fraction $\pm f_2 = \frac{E_2 - E'_2}{E_2}$ mesure la fatigue ou l'entraînement produit par la succes-

sion T_2 de poids de rapports rythmiques. Si les successions de poids de rapports rythmiques n'avaient aucune influence, on aurait, en adoptant l'hypothèse la plus simple de toutes, la proportionnalité

$$\frac{\pm f_0}{\pm f_1} = \frac{\pm f_1}{\pm f_2} = 0,97.$$

» Si, au contraire, les successions de poids de rapports rythmiques ont pour effet de diminuer la fatigue ou d'augmenter l'entraînement relativement aux successions de poids de rapports non rythmiques : 1° ou bien f_0 et f_2 seront tous deux négatifs ou nuls, ou f_2 sera seul négatif ou nul, f_1 étant positif, ou encore f_0 et f_2 seront tous deux négatifs, ou f_2 sera seul négatif, f_1 étant nul; 2° ou bien, suivant les cas d'une perte de force ou d'entraînement après chaque succession, on aura

$$\frac{f_0}{f_1} < 0,97, \qquad \frac{f_1}{f_2} > 0,97,$$
$$\frac{-f_0}{-f_1} > 0,97, \qquad \frac{-f_1}{-f_2} < 0,97.$$

» Ces relations se vérifieront chez les sujets normaux; au contraire, chez les sujets hyperesthésiés, en vertu de renversements bien connus en Physiologie : 1° ou bien f_1 sera négatif, f_0 et f_2 étant positifs ou nuls, ou f_2 étant seul positif ou nul ou encore f_1 sera nul, f_0 et f_2 étant positifs ou f_2 étant seul positif; 2° ou bien on aura

$$\frac{f_0}{f_1} > 0,97, \qquad \frac{f_1}{f_2} < 0,97,$$
$$\frac{-f_0}{-f_1} < 0,97, \qquad \frac{-f_1}{-f_2} > 0,97.$$

» L'expérience a démontré clairement l'importance des rapports rythmiques. Je citerai seulement quelques nombres choisis sur deux cents expériences environ, dans lesquelles les sujets se sont attachés à exécuter T_0, T_1, T_2 en des temps égaux frappés par un métronome, la manipulation de chaque poids durant environ trois secondes. Je n'ai rencontré de renversements que sur le quart environ des sujets, et neuf fois sur dix ces sujets accusaient un sentiment de fatigue. Je n'ai rencontré que dans deux cas une proportionnalité entre les f et les T. Dans le Tableau ci-dessous,

les premières lignes de nombres s'appliquent aux sujets normaux; les quatre dernières de la seconde colonne des f aux sujets hyperesthésiés :

f_0.	f_1.	f_2.	f_0.	f_1.	f_2.
−0,12	0	−0,008	+0,0739	+0,139	−0,0113
−0,08	0	−0,1	»	+0,119	0
−0,030	+0,06	−0,05	+0,022	+0,13	−0,075
−0,0158	0	−0,0285	+0,055	+0,13	+0,045
−0,148	+0,03	−0,1	+0,0874	+0,14	+0,088
−0,08	+0,05	0	+0,0204	+0,059	+0,038
0	0	−0,14	−0,029	−0,043	+0,029
−0,0326	+0,09	+0,07	−0,0138	−0,0909	−0,0857
−0,111	+0,0909	−0,249	+0,0167	−0,0357	+0,0508
0	+0,0555	−0,0192	+0,0257	+0,0076	+0,142
»	+0,0377	−0,0408			

» En résumé, avant l'apparition de la fatigue et jusqu'à une certaine limite dépendant de l'état de chaque sujet, limite que l'exercice a pour effet de reculer, des travaux exécutés avec une succession de poids gradués suivant des rapports rythmiques déterminent par rapport aux mêmes travaux exécutés avec toute autre succession de poids dans le même temps une moindre fatigue et parfois un entraînement notable. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Maladies osseuses des grands singes*. Note de M. **Étienne Rollet**, présentée par M. Verneuil.

« J'ai présenté à l'Académie, le 8 juillet 1889, une Note sur les os des grands singes, étudiés au point de vue anthropologique. Aujourd'hui j'examine les maladies osseuses des mêmes animaux et les compare à celles qu'on observe chez l'homme.

» Mes recherches ont porté, dans les musées de Paris et de Lyon, sur 79 squelettes, dont 42 chimpanzés, 26 gorilles, 11 orangs-outangs; quatre points ont attiré mon attention :

» A. La soudure des épiphyses; B. Les fractures; C. L'arthrite déformante; D. L'ostéopériostite.

» A. *Soudure des épiphyses*. — Elle n'était point encore commencée chez 24 sujets très jeunes. Chez 11 singes plus âgés, 5 chimpanzés, 3 gorilles et 3 orangs-outangs, quatre fois la synostose portait sur les seules épiphyses

du coude; deux fois sur celles du coude et de la hanche; une fois sur celles du coude et du genou. Deux fois il y avait synostose au coude, à la hanche, au genou. Deux fois enfin toutes les épiphyses étaient soudées, sauf celles des poignets et de l'épaule. Bref la soudure des épiphyses marche de la même manière chez l'homme et les grands singes, débutant par le coude, finissant par l'épaule et le poignet; elle s'opère dans un ordre déterminé et s'achève plus vite au membre inférieur qu'au membre supérieur.

» B. *Fractures consolidées.* — Cinq exemples ont été recueillis chez quatre chimpanzés et un orang, à savoir :

» Fracture du radius au $\frac{1}{3}$ moyen, sans raccourcissement ni déformation.

» Fracture du radius au $\frac{1}{3}$ supérieur, sans cal exubérant.

» Fracture de l'humérus au $\frac{1}{3}$ moyen, avec raccourcissement de 1^{cm}.

» Fracture de l'humérus au $\frac{1}{3}$ inférieur, gros cal, raccourcissement de 2^{cm}.

» Fracture de jambe au $\frac{1}{3}$ moyen, gros cal, raccourcissement de 1^{cm}.

» La consolidation est parfaite dans les deux premiers cas, le raccourcissement est peu marqué dans les autres; il est généralement plus prononcé dans les fractures correspondantes observées chez l'homme.

» C. *Arthrite déformante* (dite aussi *Arthrite sèche*). — Cinq cas relevés chez des gorilles. Les lésions portent une fois sur le coude et le genou, une fois sur le coude avec luxation consécutive du radius; une fois sur les deux genoux; une fois sur le coude seul; une fois, sur un seul genou.

» Chez l'homme l'arthrite sèche paraît causée par la misère, les privations, l'humidité; c'est, d'après Charcot et Bouchard, une affection de l'homme préhistorique (troglodytes).

» Mes observations prouvent qu'elle appartient aussi au *Troglodytes Gorilla*. Le gorille qui vit sur le sol humide est prédisposé à l'arthrite déformante. Le chimpanzé et l'orang, singes grimpeurs, sont plutôt exposés aux fractures.

» D. *Lésions inflammatoires des os.* — Huit observations fournies par cinq chimpanzés et trois gorilles, et dont voici l'indication sommaire :

» Ancienne ostéomyélite infectieuse juxta-épiphysaire de la partie inférieure des os de l'avant-bras, raccourcissement de 10^{cm}, hyperostose, fistule;

» Ancienne ostéomyélite du tibia, hyperostose, ossification du ligament interosseux;

» Ulcération superficielle du tibia, avec fines stalactites rappelant l'ostéopériostite tuberculeuse;

» Petite cavité creusée à la partie inférieure du radius, avec ostéite raréfiante périphérique comme en cas de tubercule enkysté;

» Périostites multiples, tibia, radius et cubitus;

» Bosselures arrondies donnant, au tibia et au péroné, l'aspect moniliforme;

» Exostose du volume d'une noix sur le cubitus;

» Périostites multiples siégeant sur le fémur dans une grande étendue et sur plusieurs côtes.

» Ces diverses lésions ressemblent à celles qu'on observe chez l'homme à la suite d'ostéites infectieuses ou tuberculeuses et d'inflammations traumatiques. En comparant un certain nombre de squelettes réunis dans les musées, il semblerait que les lésions osseuses soient plus fréquentes chez les grands singes que chez l'homme. »

M. **Charles Brongniart**, par un télégramme adressé de Mustapha, en date du 19 juin 1891, annonce avoir obtenu de bonnes cultures du Botrytis des Acridiens.

M. **Clément Ribard** adresse une Note relative à un moyen d'enlever la neige sur les rails des chemins de fer.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 juin 1891.

Ministère de l'Instruction publique. — *Annales du Bureau Central météorologique de France*, publiées par E. Mascart. Année 1889. I : *Mémoires*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. gr. in-4°.

Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies. — *Bulletin du Conseil supérieur de Statistique*; n° 4. Session de 1890. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXC; gr. in-8°. (Deux exemplaires.) — *Annales du commerce exté-*

rieur. Année 1891, 5e fascicule. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXCI; gr. in-8°.

Les fonctions du cerveau, doctrines de l'École de Strasbourg, doctrines de l'École italienne; par JULES SOURY. Paris, Lecrosnier et Babé, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

Étude sur la reviviscence; par ÉMILE HUBLARD. Mons, Dequesne-Masquillier, 1891; br. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Report on the scientific results of the voyage of H. M. N. S. Challenger *during the years* 1873-76. — *Physics and Chemistry*. Vol. II. London, Printed for Her Majesty's stationery Office, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JUIN 1891.

Inventaire général des richesses d'art. — Province. — Monuments civils. Tome V. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1891; 1 vol. in-4°.

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. — Rapports du jury international;* publiés sous la direction de M. ALFRED PICARD. Groupe II, 1re Partie : *Éducation et enseignement*. Classes 6, 7, 8, et 6-7-8. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXCI; 1 vol. in-4°.

Rapports sur les travaux : 1° *du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du dép. de la Loire-Inférieure;* 2° *des Conseils d'hygiène des arrondissements;* 3° *des médecins des épidémies, etc., pendant les années* 1888 *et* 1889; présentés par A.-M.-G. RIVAUD. Nantes, L. Mellinet et Cie, 1890-91; 2 vol. in-8°.

Archives du musée Teyler. Série II, vol. III, cinquième Partie. Haarlem, les héritiers Loosjes, 1890; in-4°.

Annuaire météorologique pour l'année 1885, *publié par l'Institut météorologique danois*. Première Partie. Kjobenhavn, 1886; in-folio.

Étude critique des lois de répartition saisonnière des séismes; par M. F. DE MONTESSUY DE BALLORE. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles. Bibliothèque universelle.*) Genève, 1891; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Boletin semestral de la estadistica de la Republica mexicana; a cargo del Dr ANTONIO PENAFIEL. Año de 1889; numéro 3. Mexico, 1890; in-4°.

Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia. Published by order of the government of netherlands India, under the direction of Dr J.-P. VAN DER STOCK. Vol. XII, 1889. Batavia, printed at the Government printing office, 1890; in-folio.

Scientific results of the second Zarkandmission; based upon the collections and notes; of the late FERDINAND STOLICKA. — *Coleoptera.* Calcutta, office of superintendent of Government printing India, 1890; in-folio.

Popular lectures and adresses; by sir WILLIAM THOMSON. Vol. III : *Navigational affaires.* London, Macmillan and C°, 1891; in-18.

Verlags-Catalog; von R. FRIEDLANDER UND SOHN. 1830-1890. Berlin, 1891; in-8°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der Königlich Bayerischen Academie der Wissenschaften. München, 1891; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 mai 1891.)

Note de M. *G. Hinrichs*, Énoncé d'une loi, etc.

Page 999, ligne 13, *au lieu de* $\alpha_2 = 201°$, *lisez* $\alpha_2 = 201$.
» ligne 14, *au lieu de* toutes les valeurs 278°, *lisez* les valeurs 278.

(Séance du 8 juin 1891.)

Note de M. *Victor Serrin,* Nouveau système de balance de précision à pesées rapides :

Page 1299, ligne 20, *au lieu de* à 1mgr près, *lisez* à 1 décigramme près.

Note de M. *A. Rommier,* Sur l'emploi du sulfure de carbone dissous dans l'eau pour combattre le Phylloxera.

Page 1331, ligne 8, *au lieu de* en oxyde de fer et en potasse caustique, *lisez* en sulfure de fer et en potasse caustique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les persulfates;* par M. **Berthelot.**

« J'ai eu occasion, dans le cours de ces dernières années, de faire sur les persulfates diverses observations qui confirment l'existence de ces sels, en tant que composés distincts : existence déjà établie par mes expériences antérieures sur le persulfate de baryte. Je n'avais pas cru nécessaire de publier immédiatement ces observations que je désirais compléter; mais certaines d'entre elles ayant été refaites récemment et d'une façon indépendante en Allemagne, par M. Moritz Traube, et produites par ce savant à l'appui d'une théorie singulière sur un prétendu « sulfurylholoxyd » neutre, il me paraît opportun de donner mes propres résultats, qui fournissent, au contraire, des preuves nouvelles et très nettes de l'existence

propre de l'acide persulfurique, tant à l'état d'anhydride, S^2O^7, que d'hydrate, ainsi que des sels qui lui correspondent.

» En fait, soit une solution d'acide persulfurique, mélangée d'acide sulfurique, telle qu'on l'obtient par électrolyse; si on la neutralise avec précaution soit par l'eau de baryte, soit par une solution de potasse, on obtient une certaine dose de persulfate neutre, d'autant plus considérable que l'on opère à plus basse température. Le mélange initial d'acide sulfurique et persulfurique peut être aisément refroidi à $-10°$; mais la liqueur finale obtenue par neutralisation n'est guère susceptible d'être abaissée au-dessous de 0° sans se congeler. Ce sont donc là les limites de température de l'opération.

» Les liqueurs ainsi neutralisées deviennent rapidement acides, surtout si on les échauffe. En même temps elles perdent de l'oxygène. La dose totale de l'oxygène actif qu'elles renferment au début (dosable par les agents ordinaires : sulfate ferreux, iodure de potassium acidulé, etc.) est précisément proportionnelle [1] à la dose d'acide sulfurique libre régénérable. Ces résultats établissent l'équation véritable de la décomposition des persulfates :

$$S^2O^8K^2 + H^2O = SO^4K^2 + SO^4H^2 + O.$$

» C'est ce que l'analyse a vérifié sur le persulfate de potasse dissous et ce que M. Traube a également observé. Mais ce sel étant mélangé de sulfate neutre, le phénomène est plus net avec le persulfate de baryte, S^2O^8Ba, dont la composition peut être regardée comme absolument déterminée. En effet, ce sel est soluble et neutre comme l'hyposulfate S^2O^6Ba, ou le permanganate Mn^2O^8Ba, et on peut le séparer par le filtre, à l'état dissous, du sulfate de baryte. On vérifie alors aisément la décomposition normale du sel neutre soluble, en sulfate de baryte insoluble, qui se précipite, oxygène, qui se dégage, et acide sulfurique, qui devient libre; le tout s'effectuant lentement à froid, rapidement à l'ébullition, et d'après une équation déterminée par les mêmes données analytiques que ci-dessus :

$$S^2O^8Ba + H^2O = SO^4Ba + SO^4H^2 + O.$$

» Au lieu de séparer l'acide persulfurique sous forme saline de l'excès

---

(1) Pourvu que la liqueur ne contienne pas d'eau oxygénée excédante : on y reviendra plus loin. Je rappellerai que l'eau oxygénée réduit le permanganate de potasse, sur lequel l'acide persulfurique est sans action.

d'acide sulfurique au moyen de la baryte, comme il vient d'être dit, on peut profiter de la solubilité du sel de baryte du premier acide pour précipiter l'acide sulfurique à l'aide d'un autre sel de baryte insoluble, le phosphate, par exemple, ainsi que le fait M. Traube. On dose ensuite le sulfate de baryte régénérable par ébullition.

» Dans ce genre d'essais, si l'on veut doser l'oxygène actif, il convient de se méfier de l'eau oxygénée, souvent coexistante avec l'acide persulfurique, ou susceptible d'être régénérée pendant les dilutions et autres opérations, ainsi qu'il résulte de mes expériences antérieures ([1]) et de celles de M. Richarz. Le rapport entre l'eau oxygénée et l'acide persulfurique a varié, dans mes essais, depuis une fraction nulle d'eau oxygénée jusqu'à 2 molécules de ce corps, pour 1 molécule d'acide persulfurique; c'est-à-dire depuis $S^2O^8H^2$ jusqu'à $S^2O^8H^2 + 2H^2O^2$; peut-être existe-t-il aussi un composé intermédiaire $S^2O^8H^2, H^2O$. En fait, entre ces limites, on peut obtenir, en réglant convenablement les conditions, tous les intermédiaires, répondant aux rapports bruts,

$$S^2O^7 + nO,$$

n étant compris entre zéro et 2.

» Le dernier résultat semble répondre à un composé défini des deux corps, analogue à celui qui se forme dans la préparation de l'acide perchromique. Dans ce cas extrême, si l'on prétendait regarder tout l'oxygène actif comme uni au soufre, ce serait la formule S^2O^9, nH^2O, qu'il faudrait attribuer à l'acide oxygéné complexe. Mais il n'existe aucune preuve de l'existence d'un prétendu composé neutre et anhydre, tel que l'holoxyde fictif SO^4.

» Quoi qu'il en soit, les faits que je viens d'exposer établissent, par de nouvelles démonstrations, l'existence de l'acide persulfurique : non seulement comme composé isolable à l'état pur et anhydre, S^2O^7, mais comme susceptible de former des sels distincts, comparables par leur composition aux permanganates, aux perchlorates, ainsi qu'aux permolybdates et aux pertungstates, découverts récemment par M. Péchard ([2]), et qui s'obtiennent par la réaction de l'eau oxygénée sur les acides correspondants : ce qui constitue précisément l'un des procédés de préparation que j'ai donnés pour l'acide persulfurique. »

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 187-194.

([2]) Ce Recueil, p. 720 et 1060.

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz doués de très fortes pressions et animés de mouvements très rapides;* par M. **Daubrée.**

II. — Lumière jetée par l'expérimentation sur la sortie des masses rocheuses, a travers les perforations verticales de l'écorce terrestre ou diatrèmes.

« Les fluides élastiques, emprisonnés sous fortes pressions dans les réservoirs souterrains, n'ont pas borné leur action à perforer des cheminées à travers l'écorce terrestre, comme nous avons cherché à le montrer expérimentalement ([1]). Il ne leur a pas fallu plus de puissance, ni un mode d'opérer bien différent, pour faire monter, vers la surface et bien au-dessus, des masses rocheuses par les canaux que ces fluides avaient percés.

» Telle peut être particulièrement l'origine de beaucoup des dômes trachytiques isolés, servant, pour ainsi dire, de couronnement à des diatrèmes, et en révélant l'existence qui, sans ces signaux, souvent imposants, aurait passé inaperçue.

» Un grand nombre de ces dômes, si ce n'est tous, ont dû surgir du sol à un état voisin de la solidité. Autrement on ne comprendrait pas le profil si fortement incliné de tels amoncellements, et souvent à des hauteurs si considérables.

» Les deux files, parallèles entre elles, de cônes gigantesques, alignés sur le haut plateau de Quito, présentent un exemple typique de cette manière d'être.

» Deux arguments principaux appuient la supposition que ces masses trachytiques ne sont pas arrivées fluides au jour, ni même pâteuses.

» D'une part, ainsi qu'on vient de le dire, loin de s'être affaissées sur elles-mêmes, comme il serait arrivé, dans ce cas, sous l'action de la pesanteur, elles se dressent majestueusement, de façon à dominer de plus de deux mille mètres le plateau environnant.

» D'un autre côté, un état initial à peu près solide rend aisé de comprendre l'existence, dans leurs flancs, de vastes cavités, sièges de lacs souterrains, dont les déversements, conjointement avec des fusions de neiges superficielles, a été plus d'une fois si funeste aux pays voisins, lors des convulsions du sol, et dont les parois se sont effondrées sur elles-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 767 et 857; t. CXII, p. 125.

mêmes, comme cela est arrivé en 1698 au Carguairazo. Il en a été de même pour le Nevado del Altar, l'ancien Capac-Urcu, de l'écroulement duquel la cime actuelle, avec ses bords crénelés, témoigne si éloquemment, et jadis célèbre par sa hauteur colossale, supérieure à celle du Chimborazo.

» Les actions mécaniques qui ont donné naissance à des cônes ainsi isolés, à proximité desquels on n'aperçoit très souvent aucune dislocation exceptionnelle due à des pressions horizontales, ont, sans doute, été bien différentes des refoulements qui ont présidé à la formation des chaînes de montagnes et des ploiements.

» C'est à des pressions du même caractère que celles d'où dérivent les canaux de sortie de ces roches ou diatrèmes, qu'il paraît légitime de rattacher, comme à leurs causes, les énergiques transports verticaux dont il s'agit.

» Abstraction faite des frottements contre les parois des cheminées, on peut évaluer, avec une grossière approximation, la puissance nécessaire pour faire monter ces masses jusqu'aux hauteurs qu'elles atteignent au-dessus de la surface du sol.

» Quand même on supposerait qu'elles ont été apportées de plusieurs dizaines de kilomètres de profondeur, la pression alors mise en jeu n'est sans doute pas hors de rapport avec celles que les explosifs permettent de réaliser expérimentalement. Du coton-poudre ou de l'acide picrique, à la densité de chargement de 0,5, produirait une pression de 9000^{kg} à 9600^{kg} par centimètre carré. Avec un chargement à la densité de 0,6, les appareils dont nous disposons ordinairement éclateraient; mais, en appliquant la loi observée pour des pressions moindres, ce dernier chargement conduirait à une pression d'environ 14400^{kg} par centimètre carré. Si le degré de résistance des parois de nos éprouvettes apporte une limite à de telles expériences, il n'en est pas de même dans les profondeurs de l'écorce terrestre. Une rupture soudaine des parois rocheuses y amènerait, avec une expansion des fluides intérieurs, des transports de roches, ainsi que des vibrations sismiques. »

» D'ailleurs, une fois ouvert, comme il l'est dans les volcans en activité, le canal doit fonctionner à la manière d'une soupape de sûreté et prévenir en général des accumulations de forces aussi énergiques que celles qui, originairement, ont déterminé l'ouverture de la diatrème elle-même et la poussée de cônes trachytiques ou autres. Toutefois, ces forces restent encore assez considérables pour faire comprendre ce qu'elles ont pu être, avant que l'appareil fût désarmé par un orifice permanent.

» Enfin, la succession des éruptions, avec des intermittences diverses,

témoigne de la longue durée de la puissance motrice renfermée dans les réservoirs internes, peut-être due à un mode d'alimentation, qui le recharge, après un appauvrissement, ainsi que j'ai cherché autrefois à le montrer (1).

» Bien que la hauteur des dômes de trachytes et autres roches éruptives récentes soit des plus variables, depuis le niveau de la mer et au-dessous jusqu'à l'altitude de près de 7000m qu'atteint l'Aconcagua, cependant il est très remarquable qu'un certain *assortiment* préside à leur distribution. Malgré l'association fréquente, dans une même région, d'altitudes diverses, que l'on peut expliquer par des circonstances accessoires, les très grands sont localisés dans certaines régions; les moyens en d'autres, et les petits ailleurs encore.

» Les volcans les plus élevés du globe, avec des hauteurs de 7000m à 6000m, sont réunis dans les Cordillères du Pérou et de la Bolivie (Aconcagua, 6834m (2); Gualatieri ou Sahama, 6990m; Llulaillaco, 6000m).

» Plus au nord, dans la République de l'Équateur, sur le plateau de Quito, se dressent les seize grands cônes volcaniques déjà cités, qui se pressent sur 180km seulement; ils présentent un exemple des plus remarquables de cette uniformité de taille. Dominés par le dôme superbe du Chimborazo, les principaux varient de 5900m à 5300m : le Cayambe-Urcu dont le sommet est exactement sous l'équateur (5919m); le Cotopaxi, si régulier dans sa forme conique (5753m); le Carguairazo, qui, depuis qu'il s'est partiellement écroulé, est réduit à une hauteur de 5740m; le Capac-Urcu, qui conserve encore 5520m, après avoir subi le même sort; les pyramides d'Ilinissa dont l'aspect rappelle aussi des ruines, 5315m, et le Sanghay, sans cesse actif, à 5300m.

» Des similitudes du même ordre se retrouvent dans l'Amérique du Nord, sur le bord de l'océan Pacifique, au nord du mont Shasta, en Californie (4402m). Tels sont, entre les 45e et 49e degrés de latitude, dans la chaîne des Cascades : le pic Hood (3421m), le mont Saint-Helen (4000m), le mont Rainier (3766m), le mont Baker (3383m). A un autre module appartiennent : le mont Brown (4876m) et le mont Hooker (4784m); puis encore plus au nord, dans la Colombie anglaise, le mont

(1) Expériences sur la possibilité d'une infiltration capillaire, au travers des matières poreuses, malgré une forte contre-pression de vapeur (*Comptes rendus*, t. LII, p. 123; 1861).

(2) Parmi les chiffres, parfois assez différents, proposés pour les altitudes d'une même montagne, dans les pays encore peu étudiés, j'ai cru devoir adopter de préférence ceux que donne l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

Fair Weather (4482^m) et enfin le mont Saint-Élie, situé vers l'inflexion brusque de l'Aljaska, avec cette même altitude (4568^m).

» Dans l'ancien continent, comme conformité du même genre, nous voyons les cônes trachytiques du Savalan (4814^m); du Kasbek (5043^m); de l'Elbrouz (5647^m); du Grand-Ararat (5157^m), altitudes voisines encore de celle du Demavend (5665^m). Non loin un autre groupe, avec des hauteurs moindres, comprend le mont Argée (3841^m); le Sipan Dagh, près du lac de Van (3940^m); le Bingueul Dagh, près d'Erzeroum, dont le sommet est à 3752^m, et le volcan Tandarek (3832^m).

» Dans la rangée de l'île de Java, longue d'un millier de kilomètres, il existe une centaine de pics volcaniques, dont quarante-cinq sont des volcans actifs. A la suite du Semerou (3729^m), le plus élevé de tous, et la montagne sacrée par excellence, un bon nombre sont compris entre 3600^m et 3000^m, comme le Idjen Raun (3330^m).

» Parmi les volcans de l'île de Sumatra, qui rivalisent avec ceux de Java, M. l'ingénieur Verbeek en a signalé récemment quatre, sur une distance de 20^{km}, qui sont compris de 939^m à 715^m (¹).

» Les volcans des îles Sandwich sont des plus remarquables, non seulement par leur mode spécial d'activité, que Dana a si bien décrit, à la suite de deux voyages d'exploration exécutés à un intervalle de quarante-cinq années (²), mais aussi par leur situation même dans la grande dépression de l'océan Pacifique. Les deux plus élevés d'entre eux, le Mauna Loa et le Mauna Kea, situés dans l'île d'Hawaï, et distants de 48^{km}, ont la même altitude 4463^m et 4303^m. Il importe d'ajouter que la mer avoisinant ces deux sommités grandioses présente des abîmes de 5000^m à 6000^m de profondeur; de sorte que les hauteurs de ces poussées volcaniques, comptées à partir du fond de la mer, seraient de plus de 10000^m.

» Vers les latitudes boréales élevées, nous trouvons en Islande le Skaptar Yockull (1947^m); l'Hécla (1634^m), et, dans l'île de Jan Mayen, le Beerenberg avec 2139^m de hauteur.

» Aucune coïncidence dans les altitudes n'est plus remarquable que celle des deux magnifiques volcans découverts par Ross, au milieu des glaces australes, par 70° de latitude. L'Erebus et le Terror sont aussi voisins hypsométriquement (3900^m et 3400^m) que géographiquement.

» Ces similitudes de hauteur entre des volcans d'un même groupe sont

(¹) *Sumatra's Westkust*. Batavia, 1883.

(²) *On the volcanoes and volcanic phenomena of the Hawaïan Islands* (*American Journal*, t. XXXIII à XXXVII, 1887-1889).

d'autant plus dignes d'attention que, pour beaucoup, il s'agit de montagnes d'altitudes tout à fait exceptionnelles. Elles paraissent déceler un lien de parenté entre des cônes d'un même groupe, bien que leur isolement, à la surface du sol, porte à les supposer tout à fait indépendants.

» Grâce aux expériences relatives à la reproduction artificielle des diatrèmes, nous sommes à même de nous faire une idée de la raison possible de cette localisation d'altitudes diverses. C'est comme si chacune d'elles correspondait à une pression maxima, émanant d'un même réservoir infragranitique, dont elle donnerait la mesure de pression, à la façon du tube d'un véritable manomètre à air libre.

» Cette hypothèse nous permet, en outre, et aurait même pu faire prévoir les divergences qu'on observe en chaque région.

» Deux causes différentes de ces écarts de hauteurs, en effet, se laissent entrevoir d'après les résultats des expériences.

» Dans certains cas, l'affaiblissement de pressions proviendrait de pertes latérales ou *fuites* des gaz moteurs que, dans notre éprouvette manométrique et malgré des obturateurs soigneusement travaillés, il est si difficile d'éviter et qui ont dû se donner libre carrière dans la nature.

» Non moins fréquemment, et par un procédé en quelque sorte opposé, les effets mécaniques ont pu être réduits, par suite de l'obturation automatique des canaux d'alimentation, obturation produite par le fait même des matériaux détritiques mis en mouvement. Ce serait analogue au résultat de plusieurs de nos expériences de perforation, notamment sur le gypse, où le canal de sortie ouvert par les gaz explosifs a été aveuglé, par suite de l'extrême rapidité avec laquelle les masses triturées se précipitaient. Se régénérant immédiatement en masses cohérentes, ces matériaux constituaient instantanément un bouchon imperméable aux gaz.

» A part ces causes énergiques d'atténuation ou même d'annulation dans les poussées verticales, sortes de *ratés*, si l'on ose s'exprimer ainsi, il faut encore, pour comparer les hauteurs des cônes volcaniques, tenir compte des démolitions, souvent considérables et très inégales, que ces montagnes ont subies, soit par éboulements, soit par écroulement sur elles-mêmes, comme on en a de mémorables exemples, pour bien des montagnes, dans les Andes, à Java et ailleurs.

» Remarquons, d'autre part, qu'à l'époque actuelle, pendant un laps de temps comparativement bien court, un même appareil volcanique offre des écarts non moins considérables dans les altitudes qu'atteignent ses diverses éruptions. Ainsi à l'Etna, lorsque la lave au lieu de jaillir vers la base, comme en 1603 ou en l'an 396 avant notre ère, s'élève jusqu'au voi-

sinage du sommet, ainsi qu'il est arrivé pour l'une des trois bouches de 1832, elle manifeste des différences de niveau de plus de 2000^m.

» C'est ainsi, pour le dire en passant, que l'on peut comprendre, malgré leur proximité mutuelle, les divergences de hauteurs des montagnes volcaniques de la Sicile et de l'Italie méridionale.

» Ce qui doit étonner, ce ne sont pas des différences de hauteurs dans un même groupe, mais, au contraire, la fréquence des égalités, surtout quand on compare les altitudes des sommités principales.

» Les considérations qui précèdent s'appliquent aux roches volcaniques anciennes, pour lesquelles une tendance marquée vers l'égalité de niveau, se manifeste fréquemment.

» Ainsi les proéminences phonolitiques et basaltiques qui, par centaines, hérissent le Mittelgebirge de la Bohême et lui donnent un aspect si singulier, offrent la forme de cônes à bases grossièrement circulaires, dont les altitudes prédominantes avoisinent 700^m.

» La France nous présente un fait rentrant dans cette catégorie, qui n'est sans doute pas l'effet du hasard et qui, jusqu'à présent, ne paraît pas avoir été interprété. Les deux massifs du mont Dore et du Cantal, malgré leur indépendance à la surface du sol, obéissent comme à une discipline et mesurent la même hauteur 1886^m et 1858^m. Serait-ce par hasard qu'à plus de 30^{km} de distance, la sommité de notre troisième grand massif volcanique, le Mezenc, participe, à peu près, à la même altitude, 1754^m?

» Selon leur degré de consistance, lors de leur arrivée sur le sol, les roches éruptives ont pris des formes différentes. Tantôt, lorsqu'elles étaient de nature basaltique ou qu'elles étaient particulièrement chaudes, elles se sont épanchées et superposées en couches ou nappes, sous des formes très surbaissées, comme à l'Etna ou au Mauna Loa; tantôt, à peu près solides, ainsi qu'il est arrivé souvent pour les trachytes, la roche s'est dressée fièrement en protubérances à pentes beaucoup plus fortes; le Puy-de-Dôme, le pic de Ténériffe, l'Ararat, le Cotopaxi, le Fousi-Yama et d'autres innombrables montagnes nous en offrent des exemples. Dans un cas comme dans l'autre, que la montagne volcanique ait été l'objet d'entassements successifs ou qu'elle soit le résultat d'une poussée unique, les masses qui émanaient d'un même réservoir souterrain, c'est-à-dire qui cédaient à une même pression, ont dû avoir une tendance à se niveler.

» Tels sont les cônes de travertin de Hammam-Meskoutine, dont chacun, comme on sait, s'exhausse graduellement, jusqu'à ce que la source n'ait plus assez de pression pour dépasser le niveau général : sous une forme aqueuse, ces cônes nous donnent une idée du phénomène igné.

» Les masses éruptives en conformité d'altitude paraissent souvent différer par leur âge; mais on conçoit que, pendant de longs laps de temps, les pressions motrices des laboratoires souterrains aient pu persister ou s'alimenter dans des conditions similaires.

» Les diatrèmes se présentent à la surface de la Lune avec une abondance incomparablement plus grande que sur la Terre, et il est intéressant de noter aussi pour des aspérités isolées une sorte de classement géographique, suivant les altitudes. Ainsi, les plus élevés que l'on connaisse à la surface de notre satellite sont situés dans le voisinage du pôle austral (mont Dœrfel, 7600^m; mont Casatus, 6956^m; mont Curtius, 6769^m; montagne annulaire de Newton, 7264^m) (1).

» Dans la Lune, comme pour la Terre, nous trouvons des manifestations de *poussées verticales produites par des explosions de fluides élastiques émanant d'actions internes*. Plusieurs des conclusions auxquelles nous avons été expérimentalement conduit sur la perforation des diatrèmes à travers l'écorce terrestre et la sortie des masses qui en ont débouché peuvent être applicables à certains traits de l'écorce lunaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcoolates de sodium sur le camphre. Nouveau mode de préparation des alcoylcamphres*. Note de **M. A. Haller.**

« Dans une Communication précédente (2), j'ai montré que le camphre cyané se combine aux éléments des alcools, quand on le traite par les alcoolates de sodium à une température ne dépassant pas 100° pour les alcools méthylique, éthylique et propylique. Cette réaction a été traduite par l'équation

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH.CAz\\ |\\ CO\end{matrix}\right. + C^nH^{2n+1}OH + C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2CAz\\ \\ COOC^nH^{2n+1}\end{matrix}\right. .$$

» J'ai admis que, dans les conditions de l'expérience et grâce à la présence de deux groupements négatifs unis au même radical hydrocarboné CH, le système $\left\langle\begin{matrix}CH.CAz\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$ perd de sa stabilité et se prête facilement à une rupture dans le sens indiqué plus haut, avec addition simultanée des éléments de l'alcool.

» A la suite de cette observation, j'ai étudié l'action de ces mêmes alcoolates sur le camphre et sur d'autres molécules atomiques.

(1) Amédée Guillemin, *Le Ciel*, 5e édition, p. 358.

(2) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 68.

» *Action de l'éthylate de sodium sur le camphre.* — A 100°, l'éthylate de sodium n'exerce aucune action. Pour qu'il y ait réaction il faut chauffer à 200°. On introduit dans des tubes 5gr de camphre, 30cc d'alcool absolu tenant en dissolution 0,75 de sodium et on chauffe pendant vingt-quatre heures. A l'ouverture des tubes, on constate une forte pression, qui est due au dégagement de grandes quantités d'hydrogène pur.

» Le produit retiré des tubes est traité par de l'eau ; il se sépare une masse visqueuse, colorée, qu'on dissout dans l'éther. La solution, abandonnée à l'évaporation spontanée, fournit un produit qui, soumis à des cristallisations répétées dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, se présente sous la forme de cristaux blancs, hexagonaux, fondant à 208°-210°.

» Ce corps n'est autre chose que du bornéol droit, mélangé de bornéol gauche β, et dont le pouvoir rotatoire varie avec la préparation. Ainsi, dans une opération, on a obtenu un produit de pouvoir rotatoire moyen $(\alpha)_D = +12°,5$; dans une autre, le bornéol avait le pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = +16°$. 15gr de camphre fournissent 8gr à 10gr de bornéol pur.

» Ce mode de formation du bornéol a quelque analogie avec celui de M. Berthelot, qui chauffe le camphre à 180° avec de la potasse alcoolique, Il en diffère cependant en ce que le rendement en camphol est plus élevé et qu'il n'est plus mélangé de camphre. Il ne se forme, en outre, que des traces d'acide camphique, de petites quantités d'un produit liquide insoluble dans l'eau et les alcalis, et de l'acétate de sodium.

» *Action des propylate, isobutylate et amylate de sodium sur le camphre.* — On a opéré dans les mêmes conditions qu'avec l'éthylate. Il se forme toujours du bornéol, mais la quantité de ce corps diminue avec le poids moléculaire de l'alcool employé. L'inverse arrive avec les produits secondaires liquides qui accompagnent le bornéol. Ceux-ci augmentent à mesure que l'équivalent de l'alcool est plus élevé, et leur analyse conduit à des corps dont la composition est intermédiaire entre celle des camphres alcoylés et des bornéols alcoylés : $C^{10}H^{15}(C^4H^{2n+1})O$, $C^{10}H^{17}(C^4H^{2n+1})O$.

» Malgré des rectifications répétées, il n'a pas été possible d'obtenir des corps à point d'ébullition constant.

» Cet insuccès nous a conduit à essayer l'action du benzylate de sodium sur le camphre, de façon à obtenir un produit cristallisé.

» *Action du benzylate de sodium sur le camphre droit. — Benzylcamphre.* — On chauffe en tubes scellés, à 220°-225°, une molécule de camphre droit sec avec une molécule de benzylate de sodium dissous dans un excès d'alcool benzylique. Après vingt-quatre heures de chauffe, on laisse refroidir. Il ne se produit aucun dégagement gazeux à l'ouverture des tubes. Ceux-ci contiennent une masse blanche butyreuse, qu'on traite par l'eau,

puis par de l'éther. La solution éthérée fournit par évaporation une huile qu'on soumet à la rectification. Il passe d'abord de l'alcool benzylique, puis, à 220°-225° (H = 70^{mm}), il distille un produit sirupeux, très réfringent, qui possède au début une légère odeur empyreumatique. Au bout de quelque temps de contact à l'air, l'odeur de ce produit ressemble à celle de l'aldéhyde benzoïque.

» Quand on abandonne cette huile à elle-même, pendant les grands froids de l'hiver, après l'avoir au préalable additionnée d'un cristal de benzylcamphre, elle se trouble et se remplit de petits cristaux qu'on essore et qu'on fait cristalliser dans l'alcool. On obtient ainsi de très beaux cristaux blancs fondant à 51°-52°, solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, le toluène, insolubles dans l'eau et les alcalis.

» La potasse alcoolique bouillante est sans action sur ce corps, même au bout de deux jours. L'acide acétique cristallisable ni l'acide chlorhydrique ne l'attaquent, quand on chauffe à l'ébullition.

» L'analyse de ce corps conduit à la formule $C^{10}H^{15}OC^7H^7$, qui est celle d'un camphre benzylé, comme nous allons le démontrer plus loin. Sa formation dans les conditions de l'expérience peut se traduire par l'équation

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ \mid\\ CO\end{array}\right. + C^6H^5.CH^2ONa + C^6H^5.CH^2OH$$

$$= C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.CH^2.C^6H^5\\ \mid\\ CO\end{array}\right. + C^6H^5.CO^2Na + H^2.$$

» La liqueur aqueuse contient, en effet, une quantité de benzoate de soude correspondant au poids de sodium employé. Quant à l'hydrogène qui figure dans l'équation qui précède, il se porte sans doute sur du benzylcamphre, pour donner naissance à un produit de réduction qui reste dans l'huile incristallisable.

» *Benzylcamphre droit obtenu au moyen du camphre sodé et du chlorure de benzyle.* — Pour nous assurer que le produit décrit plus haut est bien du benzylcamphre, nous avons fait agir du chlorure de benzyle sur du camphre sodé. La réaction se fait à chaud, et on arrête l'opération quand une partie du produit étendu d'eau ne présente plus de réaction alcaline. On lave le tout avec de l'eau, on décante et on distille dans le vide. Au-dessous de 200° (H = 110^{mm}), il passe un mélange de camphre et de produits huileux. De 215° à 220°, il distille un liquide composé en majeure partie de benzylbornéol. De 220° à 250° enfin, on recueille une huile épaisse qui, abandonnée au froid, finit par cristalliser spontanément. Les cristaux essorés et purifiés par cristallisation dans l'alcool ressemblent à

ceux obtenus avec le benzylate de soude et le camphre. Ils fondent à 51°-52°. Le camphre sodé brut étant un mélange de bornéol sodé et de camphre sodé proprement dit, il est facile de comprendre qu'on obtienne du benzylcamphre et du benzylbornéol.

» *Benzylcamphre droit préparé par réduction du benzylcamphre droit.* — Pour ne laisser aucun doute sur la constitution de ce composé, nous l'avons encore préparé en réduisant le benzylcamphre

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH.C^6H^5\\ \mid\\ CO\end{array}\right.,$$

obtenu en traitant le camphre sodé par de l'aldéhyde benzoïque, et sur lequel nous nous proposons de revenir prochainement.

» Cette réduction a été opérée avec l'amalgame de sodium à 5 pour 100, sur des solutions alcooliques de benzalcamphre légèrement acidulées.

» Le benzylcamphre obtenu ressemble, par toutes ses propriétés, au produit préparé par les deux autres procédés. Il possède la même forme cristalline et fond à 51°-52°. Sa formation peut se traduire par l'équation

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH.C^6H^5\\ \mid\\ CO\end{array}\right. + H^2 = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2.C^6H^5\\ \mid\\ CO\end{array}\right.,$$

» Il n'y a donc pas de doute possible sur l'identité de tous ces produits et sur leur constitution.

» *Benzylcamphoroxime* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.CH^2.C^6H^5\\ \mid\\ C = AzOH\end{array}\right.$. — Le benzylcamphre possède encore la fonction cétonique. Quand on le chauffe pendant deux jours, avec la quantité théorique de chlorure double de zinc et d'hydroxylamine et un peu d'alcool (méthode de Crismer), on obtient une huile qui, peu à peu, se prend en masse. On purifie le produit en l'exprimant entre des doubles de papier, et on le fait cristalliser dans l'alcool.

» L'oxime se dépose en longs prismes aplatis, fondant à 127°-128°, solubles dans l'éther, la benzine, la ligroïne, insolubles dans les alcalis.

» L'huile qui accompagne l'oxime se concrète aussi à la longue. Elle constitue sans doute un isomère qui n'a pas été examiné.

» *Benzylcamphre gauche.* — Cet isomère a été préparé : 1° en chauffant du camphre gauche avec du benzylate de sodium à 220°-225°; 2° en réduisant le benzalcamphre gauche au moyen de l'amalgame de sodium. Dans les deux cas on a opéré comme sur les dérivés droits.

» Le point de fusion des cristaux obtenus est de 50° à 52°. Ils ressemblent en tous points à ceux du benzylcamphre droit.

» *Benzylbornéol droit et gauche* $C^8H^{14}\langle\begin{smallmatrix}CH^2\\ |\\ CHOC^7H^7\end{smallmatrix}$. — Ces éthers prennent naissance, en même temps que les benzylcamphres, quand on traite les camphres iodés, droit ou gauche, par du chlorure de benzyle. Comme leur point d'ébullition se rapproche de celui des benzylcamphres, leur séparation d'avec ces derniers présente quelque difficulté; aussi les a-t-on préparés en chauffant des bornéols sodés, droit et gauche, avec du chlorure de benzyle.

» Ce sont des liquides huileux, à odeur rappelant celle des amandes amères, et distillant vers 215°-216°, sous une pression de 80^{mm}.

» La formation du camphre benzylé dans l'action du benzylate de sodium sur le camphre, nous fournit une nouvelle méthode de préparation des composés alcoylés de ce corps. Comme il ne peut y avoir aucun doute sur la nature de ce dérivé, il est permis de conclure que les produits huileux qui se forment, dans le traitement à haute température du camphre par les propylate, butylate et amylate de sodium, renferment des camphres propylé, butylé et amyle.

» Je me propose d'étudier cette réaction sur d'autres cétones, et, en général, sur des composés renfermant un radical CH^2 ou CH dans le voisinage de groupements négatifs. »

M. **Trécul** lit une Note « Sur des matières alimentaires intoxiquées ».

NOMINATIONS.

La Commission du prix Barbier ayant demandé qu'un physicien et un physiologiste lui fussent adjoints, MM. Cornu et Brown-Séquard sont nommés membres de la Commission du prix Barbier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BOTANIQUE. — *Le Cryptogame des Criquets pèlerins.* Note de M. **Charles Brongniart.**

(Cette Note et les Communications relatives au même sujet présentées dans les séances précédentes sont renvoyées à l'examen de MM. Chatin, Van Tieghem, Milne Edwards.)

« Le 11 mai dernier, M. Le Moult faisait connaître un parasite cryptogame, le *Botrytis tenella* qu'il avait recueilli dans le département de l'Orne

et qui amenait la mort des vers blancs. MM. Prillieux et Delacroix montrèrent que ce champignon pouvait être cultivé dans des bouillons.

» Depuis 1878, soit en collaboration avec M. Maxime Cornu, soit seul, j'ai fait connaître des *Entomophthora* qui détruisent, sous forme d'épidémie, des insectes de divers ordres. Malheureusement les cultures de ce champignon n'ont pu encore être obtenues dans des bouillons.

» Aussitôt après la Note de M. Le Moult, je me mis en campagne pour essayer de trouver, sur les Sauterelles qui nous envahissaient, un parasite analogue à celui des vers blancs. Je l'ai trouvé aussi bien dans les endroits les plus secs que dans les lieux les plus humides. A Bordj Bouira, à Palestro, à La Reghaïa, à l'Arba, et aux environs d'Alger, de grands vols de Criquets pèlerins s'abattaient et pondaient. Après les pontes, quelques individus reprenaient leur vol, tandis qu'il en restait un grand nombre sur le sol. Ceux-ci devenaient languissants et mouraient, quelques-uns après avoir pondu; d'autres, en plus grand nombre, avant d'avoir opéré la ponte.

» Dans les premiers jours de juin, je recevais de M. Delacroix, puis de M. Le Moult, des vers blancs tués par le *Botrytis tenella* et des cultures de ce champignon sur divers milieux solides dans des tubes, enfin des vers à soie tués par le *Botrytis bassiana*, de M. Lambert, de la Station séricicole de Montpellier.

» Les Criquets pèlerins que j'avais trouvés morts ou mourants sur les lieux de pontes portaient tous les traces d'un champignon parasite. Les anneaux de l'abdomen n'étaient pas distendus, comme cela se présente pour les Criquets tués par les *Entomophthora*. On remarquait sur les côtés de l'abdomen, aux points de réunion des arceaux dorsaux et ventraux, de petites boursouflures brunâtres et d'un aspect gras, puis entre les anneaux et à la base des pattes de la troisième paire, là où les téguments sont plus minces, moins chitineux, on voyait un revêtement blanchâtre.

» Ces Sauterelles mouraient sur le sol, ou cramponnées aux arbustes, aux herbes. Dans le premier cas, leurs pattes conservaient la position qu'elles avaient avant de mourir; dans le second cas, elles repliaient leurs pattes contre le sternum, comme cela a lieu pour les Criquets entomophthorés.

» Examiné au microscope le champignon se présente sous forme de mycélium court et trapu, peu abondant, accompagné d'un grand nombre de spores. Celles-ci sont de deux sortes : celles qui proviennent de pubescences blanchâtres sont arrondies, ou ovoïdes ou plus allongées et alors offrent souvent une cloison qui amène un étranglement; leur contenu offre des granulations assez réfringentes.

» Les spores qui existent dans les taches grasses brunâtres sont beau-

coup plus petites et arrondies; on les trouve réunies en masses moins considérables que les précédentes. Celles-ci rappellent beaucoup la forme et les dimensions des spores de *Botrytis bassiana*. Les premières sont deux fois plus grosses. Les spores de *Botrytis tenella* sont beaucoup plus ovoïdes.

» Le 8 juin, M. Trabut confirma ma détermination. Lui aussi avait trouvé des Criquets contaminés, mais il n'avait pas encore pu les examiner d'une façon approfondie. J'annonçai ma découverte à l'Académie le 8 juin et dans la séance du 15 juin M. Trabut donna à ce champignon le nom de *Botrytis acridiorum*.

» Quelques jours après, je pus voir d'abord seul, puis en compagnie de M. Trabut, une épidémie considérable de ces Criquets, épidémie causée par le cryptogame, sur les talus qui bordent l'oued Hamidon à l'Arba; beaucoup de mâles et de femelles étaient morts, mais il en restait un assez grand nombre encore vivants, déjà attaqués par le champignon et qui se traînaient péniblement. *La plupart des femelles mouraient sans avoir pu pondre*.

» Depuis le mois de mai, M. Henri Paul, préfet d'Alger, a mis gracieusement à ma disposition le laboratoire de la Station agronomique, où j'ai pu, grâce à la collaboration de M. Marchand, ingénieur-agronome, essayer des cultures de ce *Botrytis*. Nos essais ont pleinement réussi. »

MM. **Ch. Brongniart** et **Jules Marchand** adressent une Note ayant pour titre : « Observations sur les cultures du *Botrytis acridiorum* en milieux artificiels ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Antoine Cros** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Le Téléplaste. Exemple de transformation de la forme en rythme et réciproquement. Transmission d'une forme au loin sans transport de matière ».

(Commissaires : MM. Marcel Deprez, Lippmann.)

M. **J.-L.-P. Duroy** adresse un Mémoire « sur un nouvel iodure organique, l'iodure d'antipyrine », et demande l'ouverture d'un pli cacheté qu'il a déposé le 8 décembre 1890.

Ce pli, inscrit sous le n° 4615, est ouvert en séance par M. le Président; il contient une Note sur l'iodure d'antipyrine.

Le Mémoire et le pli cacheté sout renvoyés à l'examen de MM. Schützenberger et Moissan.

M. **Alfred Basin** adresse un Mémoire sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Des surfaces qui possèdent la symétrie courbe des systèmes de plans*. Note de M. S. **Mangeot**, présentée par M. Darboux.

« Il y a quelques années, l'Académie proposait, comme sujet de concours pour le grand prix des Sciences mathématiques, la question suivante : *Étudier les surfaces qui admettent tous les plans de symétrie de l'un des polyèdres réguliers*. L'extension que j'ai donnée à la notion de symétrie m'a conduit à rechercher quelles sont les surfaces qui admettent toutes les surfaces de symétrie des surfaces polyédrales. Je commence, à cet effet, par déterminer la forme que doit affecter une surface polyédrale, entendue dans le sens d'un système de plans, pour être symétrique par rapport à une surface courbe Σ et la nature de la surface Σ. Les plans qui composent ce système s'assembleront par couples de deux plans symétriques l'un de l'autre par rapport à la surface Σ. Soient, en coordonnées régulières,

$$y^2 = kx^2$$

l'équation d'un couple du système, et

$$P_1 = a_1 x + b_1 y + c_1 z + d_1 = 0, \qquad P_2 = a_2 x + b_2 y + c_2 z + d_2 = 0$$

celles des deux plans (P_1), (P_2) d'un autre couple quelconque. En vertu de la symétrie que présente le premier couple, l'équation de Σ est de la forme

$$xy^k = F(z).$$

» La condition pour que les plans (P_1), (P_2) soient symétriques par rapport à cette surface est

$$[b_1 y^{k+1} + (c_1 z + d_1) y^k + a_1 F(z)]\left[a_2 y^{k+1} + kb_2 F(z) - c_2 y \frac{\partial F(z)}{\partial z}\right] + \ldots = 0.$$

les termes non écrits s'obtenant par une permutation des indices 1, 2, effectuée dans les termes écrits. On en déduit, pour P_1, P_2, $F(z)$ deux solutions, qui sont

$$P_1 = a_1 x + c_1 z, \qquad P_2 = \frac{a_2}{a_1}(a_1 x - c_1 z), \qquad F(z) = h z^{-\frac{a_1^2}{c_1^2}}$$

et

$$P_1 = b_1 y + c_1 z, \qquad P_2 = \frac{b_2}{b_1}(b_1 y - c_1 z), \qquad F(z) = h z^{-\frac{kb^2}{c_1^2}},$$

après que l'on a transporté l'origine des coordonnées en un point convenable de l'axe des z; h désigne une constante. On est alors conduit aux résultats suivants :

» Pour qu'un système de plans admette une surface courbe de symétrie, indécomposable, il faut que ces plans passent par un même point et soient en nombre égal à 2, 4 ou 6. Il n'existe pas de surface polyédrale fermée qui soit symétrique par rapport à une surface courbe. Les seuls angles polyèdres convexes possédant la symétrie courbe sont les angles tétraèdres à trois plans de symétrie : les arêtes de chacun d'eux sont les diagonales d'un parallélépipède rectangle et les autres angles tétraèdres formés par ces quatre droites indéfinies ont les mêmes surfaces de symétrie Σ que le premier. L'équation des surfaces Σ, rapportées aux trois plans de symétrie de l'angle tétraèdre, est

$$\text{(A)} \qquad x^m y^n z^r = \text{const.},$$

les quatre arêtes de l'angle satisfaisant aux relations

$$\frac{x^2}{m} = \frac{y^2}{n} = \frac{z^2}{r}.$$

» Ces surfaces peuvent être rattachées à la classe des surfaces dites *tétraédrales*, dont les propriétés ont préoccupé de nombreux géomètres depuis le commencement du siècle : car, si l'on écrit l'équation des surfaces tétraédrales, envisagées dans leur acception générale, comme il suit

$$\frac{1}{\omega}\left[\left(\frac{x}{\mu}\right)^{m\omega} - \left(\frac{x_0}{\mu}\right)^{m\omega}\right] + \frac{1}{\omega}\left[\left(\frac{y}{\nu}\right)^{n\omega} = \left(\frac{y_0}{\nu}\right)^{n\omega}\right] + \frac{1}{\omega}\left[\left(\frac{z}{\rho}\right)^{r\omega} + \left(\frac{z_0}{\rho}\right)^{r\omega}\right] = 0,$$

on voit que, en y faisant tendre ω vers zéro, elle se réduit à la formule (A).

» Il faut maintenant, en supposant fixées les valeurs de m, n, r, déterminer les surfaces courbes S qui présentent la symétrie par rapport à chacune des surfaces Σ. J'y parviens par la considération des trajectoires

orthogonales des surfaces Σ. Ces courbes ont pour équations

$$\frac{x^2}{m} - \frac{y^2}{n} = \text{const.}, \qquad \frac{x^2}{m} - \frac{z^2}{r} = \text{const.}$$

» Or chacune d'elles a ses points deux à deux symétriques par rapport à l'une quelconque des surfaces Σ. Il en sera de même des surfaces de la congruence formée par ces courbes, surfaces dont l'équation générale est

$$\text{(B)} \qquad f\left(\frac{y^2}{n} - \frac{z^2}{r}, \ \frac{z^2}{r} - \frac{x^2}{m}, \ \frac{x^2}{m} - \frac{y^2}{n}\right) = 0.$$

» Cette équation représente toutes les surfaces S. En effet, soient C une courbe tracée sur l'une de celles-ci, et x_1, y_1, z_1 les coordonnées d'un point M de la courbe C. Le lieu des points symétriques du point M par rapport à toutes les surfaces Σ est une courbe Γ ayant les équations

$$\frac{x^2}{m} - \frac{y^2}{n} = \frac{x_1^2}{m} - \frac{y_1^2}{n}, \qquad \frac{x^2}{m} - \frac{z^2}{r} = \frac{x_1^2}{m} - \frac{z_1^2}{r}.$$

» Quand le point M décrit la ligne C, la courbe Γ engendre la surface considérée S, dont l'équation aura, évidemment, la forme (B).

» Je suis donc parvenu à la solution du problème que j'avais en vue, et la conclusion à laquelle j'arrive est celle-ci :

» *Les surfaces* S *qui admettent toutes les surfaces de symétrie des surfaces polyédrales sont représentées par l'équation* (B), *où f désigne une fonction arbitraire. Ces surfaces de symétrie* Σ *sont définies par l'équation* (A) : *elles peuvent être regardées comme des formes limites des surfaces dites* tétraédrales.

» La symétrie, qui se présente ici, est toute semblable à la symétrie plane, en ce sens que, si l'on mène une normale à une surface Σ, tous ses points de rencontre N avec une même surface S sont deux à deux symétriques par rapport au point d'incidence de la normale. Lorsqu'on fait mouvoir la normale de façon que le point d'incidence se déplace sur une ligne asymptotique de la surface Σ, deux points N se correspondant symétriquement décrivent deux arcs égaux, et les segments de la normale, compris entre ces deux points et le point d'incidence, engendrent des aires équivalentes.

» Si m et n sont égaux, l'équation (B) représente toutes les surfaces qui ont la symétrie courbe des angles tétraèdres réguliers.

» On peut démontrer ces deux propositions :

» *Les surfaces réglées, ou les surfaces de révolution, qui admettent toutes les surfaces de symétrie des surfaces polyédrales sont des surfaces du second ordre.*

» *Les surfaces possédant à la fois la symétrie plane du cube et la symétrie courbe du système de ses six plans diagonaux sont celles que définit l'équation, de forme arbitraire,*

$$f[(y^2-z^2)^2+(z^2-x^2)^2+(x^2-y^2)^2,\\ (y^2+z^2-2x^2)(z^2+x^2-2y^2)(x^2+y^2-2z^2)]=0. \text{ »}$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Déformations homogènes finies. Énergie d'un corps isotrope.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Poincaré.

« 1. Un corps homogène reste homogène lorsqu'on le soumet à une déformation dans laquelle les coordonnées finales $x+u$, $y+v$, $z+w$ d'un point sont liées aux coordonnées initiales x, y, z par des équations linéaires, dont les coefficients ont une grandeur quelconque

$$(1)\quad \begin{cases} u = D_1 x + G_3 y + G_2 z + 2R_3 y - 2R_2 z, \\ v = G_3 x + D_2 y + G_1 z + 2R_1 z - 2R_3 x, \\ w = G_2 x + G_1 y + D_3 z + 2R_2 x - 2R_1 y. \end{cases}$$

» Les deux derniers termes de chaque ligne corespondent à un déplacement perpendiculaire à la droite R_1, R_2, R_3, composé d'une rotation autour de cette ligne comme axe, et d'une déformation représentée par un ellipsoïde de révolution convenable autour de cet axe. Cette rotation 2ω, autour de l'axe $R_1 R_2 R_3$, est facile à mettre en évidence au moyen des formules d'O. Rodrigues. En posant

$$\operatorname{tang}\omega = +\sqrt{R_1^2+R_2^2+R_3^2}, \qquad \cos^2\omega = \frac{1}{1+R_1^2+R_2^2+R_3^2},$$

la première des équations (1) devient

$$(2)\quad \begin{cases} u = [D_1 + 2(R_2^2+R_3^2)\cos^2\omega]x + (G_3 - 2R_1R_2\cos^2\omega)y + (G_2 - 2R_1R_3\cos^2\omega)z \\ \quad + \cos^2\omega[-2(R_2^2+R_3^2)x + 2(R_1R_2+R_3)y + 2(R_1R_3-R_2)z], \end{cases}$$

et les autres s'obtiennent par symétrie. La seconde ligne est la rotation

subie par le corps avant toute déformation; la première ligne donne la déformation proprement dite.

» 2. L'énergie $\mathcal{E}$ d'un corps *isotrope*, rapportée à l'unité de masse, est évidemment indépendante de l'orientation des axes, ou, ce qui revient au même, de toute rotation antérieure à la déformation. Cette énergie ne dépend aussi que de la grandeur de la déformation consécutive et non de son orientation. L'énergie d'un corps, isotrope à l'état naturel, est donc fonction uniquement des trois invariants I_1, I_2, I_3 de la forme quadratique qui définit la déformation proprement dite

$$[D_1 + 2(R_2^2 + R_3^2)\cos^2\omega]\xi^2 + \ldots + 2(G_1 - 2R_2R_3\cos^2\omega)\eta\zeta + \ldots.$$

» Les coefficients R_1, R_2, R_3 subsistent dans ces invariants, parce que une partie du déplacement qu'ils représentent n'est pas une rotation, mais ils ne subsistent dans l'énergie que par l'intermédiaire de ces trois invariants.

» Si la déformation n'est pas homogène, les coefficients D, G, R ne sont pas des constantes. Les déplacements u, v, w étant exprimés en fonction des coordonnées initiales x, y, z, on a

$$D_1 = \frac{\partial u}{\partial x}, \qquad 2G_1 = \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}, \qquad 4R_1 = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z};$$

les autres s'obtiennent par symétrie. Ces expressions sont exactes, quelque grands que soient u, v, w et leurs neuf dérivées premières, sous la seule réserve que les dérivées secondes ne soient pas trop grandes (pour que la déformation soit sensiblement homogène dans une étendue suffisante, un millième de millimètre cube par exemple pour les solides homogènes naturels).

» 3. Une face qui, dans l'état initial, était normale à l'axe Ox et avait une aire égale à l'unité, est actuellement oblique et a une aire quelconque.

» Appelons X_x, Y_x, Z_x les projections sur les axes fixes $Oxyz$ de la force élastique qui s'exerce actuellement sur cette face, avec son étendue actuelle, et supposons-les exprimées en fonction des coordonnées initiales x, y, z de cette face. Soit ρ la densité initiale de la matière, et $\mathfrak{X}$ la composante suivant Ox des forces extérieures, rapportées à l'unité de masse. L'une des équations du mouvement de translation est

$$\frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial z} + \rho\mathfrak{X} = \rho\frac{\partial^2 u}{\partial t^2},$$

en prenant

$$X_x = \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial D_1}, \qquad Y_x + X_y = \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial G_3}, \qquad Y_x - X_y = \frac{\partial \mathcal{E}}{2\,\partial R_3}.$$

» Ces équations s'appliquent rigoureusement aux grandes déformations d'un corps quelconque, d'un corps isotrope en particulier : corps pris en masse, dans lequel les grandes déformations peuvent entraîner l'écoulement ou la rupture; plaques minces, fils fins et longs pour lesquels la déformation proprement dite reste petite, mais la rotation ainsi que le déplacement sont grands. Dans ce dernier cas, on doit réduire l'énergie à sa forme ordinaire $\frac{\lambda}{2} I_1^2 + \mu I_2$,

$$\mathcal{E} = \left\{ \begin{aligned} & \frac{\lambda}{2}\left(D_1 + D_2 + D_3 + 4\,\frac{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2}{1 + R_1^2 + R_2^2 + R_3^2}\right)^2 \\ & + \mu \left[\begin{aligned} & D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + \tfrac{1}{2}G_1^2 + \tfrac{1}{2}G_2^2 + \tfrac{1}{2}G_3^2 + 2\,\frac{4(R_1^4 + R_2^4 + R_3^4) + 5(R_1^2R_2^2 + R_2^2R_3^2 + R_3^2R_1^2)}{(1 + R_1^2 + R_2^2 + R_3^2)^2} \\ & + 2\,\frac{2D_1(R_2^2 + R_3^2) + 2D_2(R_1^2 + R_3^2) + 2D_3(R_1^2 + R_2^2) - G_1R_2R_3 - G_2R_1R_3 - G_3R_1R_2}{1 + R_1^2 + R_2^2 + R_3^2} \end{aligned} \right], \end{aligned} \right.$$

mais en conservant R_1, R_2, R_3 dans l'expression des deux seuls invariants qui interviennent lorsque les déformations proprement dites sont très petites. Les équations cessent par cela même d'être linéaires.

» 4. Les forces élastiques choisies permettent d'exprimer très simplement que la force à la surface est nulle, ou que la force totale appliquée à une étendue déterminée de cette surface a une valeur fixée à l'avance. On peut d'ailleurs, au moyen des neuf composantes utilisées ici, exprimer les forces appliquées à l'unité de surface d'une face quelconque; mais ces expressions sont assez compliquées [1]. »

---

[1] Voir, à ce sujet, Boussinesq, *Mém. des Sav. étr.*, t. XX, p. 584-599, en particulier, § 5 et § 6, Note 3, relative aux mouvements internes d'un corps élastique pour des déformations finies, toutes les quantités étant exprimées au moyen des coordonnées actuelles. M. Boussinesq ne s'occupe pas, d'ailleurs, de la forme particulière de l'énergie pour les corps isotropes, ce qui est l'objet principal de la présente Note.

OPTIQUE. — *Sur la biaxie du quartz comprimé.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« La théorie de M. Gouy ([1]) n'a pas été encore vérifiée pour les cristaux à deux axes; le quartz comprimé dans une direction normale à l'axe optique devenant biaxe ([2]) nous a permis d'aborder cette vérification. L'observation des lemniscates montre que le plan des axes optiques est parallèle à la compression ([3]); l'ellipsoïde inverse n'est plus de révolution et, si l'on représente ([4]) par n_e l'axe de révolution, par n_0 l'axe équatorial de l'ellipsoïde inverse primitif, suivant la direction de la pression, n_0 diminue et devient $n_0 - D$; appelons d la diminution du rayon équatorial n_0 perpendiculaire à la pression, et d' celle de n_e, les axes de l'ellipsoïde inverse (c'est-à-dire les inverses des vitesses principales) seront, après la compression,

$$n_e - d', \qquad n_0 - d, \qquad n_0 - D.$$

» La lame de quartz était comprimée latéralement dans une direction normale à l'axe, au moyen de la pince à compression de Wertheim, placée sur un limbe gradué; le rayon de lumière polarisée tombant d'abord normalement à la lame (par suite traversant le quartz suivant la direction de l'ancien axe optique), on inclinait de plus en plus le cristal sur la lumière incidente. La lumière émergente elliptique était analysée expérimentalement, et des éléments de cette ellipse, au moyen de relations que j'ai précédemment indiquées ([5]), on pouvait déterminer les paramètres de la biréfringence elliptique, c'est-à-dire la différence de marche des vibrations elliptiques d'Airy (vibrations privilégiées de Gouy), ainsi que leur ellipticité donnée par K et $\frac{1}{K}$.

» La lumière incidente était polarisée horizontalement. Représentons par M l'angle du mica avec la vibration incidente; par A l'angle de la

---

([1]) *Journal de Physique*, t. IV, p. 149; 1885.

([2]) Brewster, *Edinburg Trans.*, t. VIII; 1817. Pfaff, *Annales de Physique et de Chimie*, t. LVII; 1859.

([3]) Moigno et Soleil, *Comptes rendus*, t. XXX; 1850.

([4]) Notation de M. Mallard, *Traité de Cristallographie*, t. II, p. 342.

([5]) *Comptes rendus*, 21 juillet 1890.

polarisation rectiligne rétablie, avec la section principale; par $\frac{\omega}{\pi}$ et φ la différence de marche due au pouvoir rotatoire seul, et à la double réfraction seule (pour l'épaisseur unité); le Tableau suivant donne quelques résultats d'une expérience relative à un quartz d'épaisseur $0^{cm},899311$ $\left(\frac{\omega}{\pi} = 1,097\right)$:

i.		A.	M.	$\frac{\omega}{\pi}$.	φ.	*d.*	K.
0° '		25°.45'	40°.52'.30	1,035	0,837	1,332	0,477
2		23	41.24.15	1,092	0,661	1,299	0,574
3		25.30	34.30	1,103	0,517	1,218	0,635
6.30....	axe optique dans l'air.	7.27	7.27	1,097	0,000	1,097	1,000
8		28.30	36	1,053	0,668	1,265	0,522
12.45....		25.37.30	0	1,081	2,254	2,500	0,227
15. 7....		18	0	1,081	3,528	3,500	0,158
17. 9....		13.22.30	0	1,041	4,378	4,500	0,117

» De ce Tableau on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° $\frac{\omega}{\pi}$ reste constant; ainsi le pouvoir rotatoire se conserve dans le quartz, sous toutes les obliquités, et même après que la compression l'a rendu biaxe.

» 2° Si l'on construit des courbes, en prenant *i* comme abscisses et *d*, φ, K pour ordonnées respectives, on voit que, lorsque l'incidence augmente, *d* et φ diminuent pour augmenter ensuite. Au contraire, K augmente et diminue ensuite; c'est qu'en effet, lorsque l'incidence va croissant avec la normale à la lame (ancien axe optique du quartz naturel), l'angle que fait le rayon de lumière avec l'un des axes optiques du quartz comprimé diminue, et, par suite, aussi la différence de marche.

» 3° Lorsqu'on atteint l'incidence qui correspond à l'axe optique dans l'air, les vibrations elliptiques deviennent circulaires, et l'on retrouve le pouvoir rotatoire suivant la direction des axes optiques. Cette conséquence de la théorie de Mac Cullagh ([1]) n'avait pas encore, je crois, été vérifiée expérimentalement. Pour des incidences plus grandes, on retrouve des valeurs symétriques à peu près, mais non exactement, à cause de la variation toujours croissante de l'épaisseur.

([1]) Verdet, *Optique physique*, t. VI, p. 326.

» 4° La différence de marche φ_0 pour $i = 0$ est donnée par

$$\varphi_0 \lambda = e(D - d), \tag{1}$$

et le demi-angle V des axes optiques par

$$\tan^2 V = \frac{D - d}{n_e - n_0}. \tag{2}$$

» Voici quelques résultats pour diverses pressions :

P.	D — d.	V.
100 kg	0,000029	3°.16'. 0"
300	0,000082	5.25.55
530	0,000152	7.21.20

» 5° Les valeurs de ρ_0 sont liées à la pression P (en kilogrammes-centimètre carré) par

$$\varphi_0 = -0,0409 + 0,0045P; \tag{3}$$

on en déduit, pour le coefficient d'élasticité optique du quartz suivant la bissectrice aiguë des axes optiques,

$$c = \frac{e}{\lambda}\frac{dP}{d\varphi} = 3398757.$$

» 6° Pour une pression donnée on peut, en faisant l'*hypothèse* $d = d'$, ce qui ne peut être éloigné de la vérité, trouver les indices principaux du quartz comprimé. Pour de faibles obliquités, la différence de marche holoédrique est donnée par

$$\varphi\lambda = e\left[\frac{1}{b} - \frac{1}{a} - c^2\left(\frac{1}{c} - \frac{1}{a}\right)\sin^2 i\right], \tag{4}$$

avec les expressions des vitesses principales

$$a = \frac{1}{n_0 - D}, \qquad b = \frac{1}{n_0 - d'}, \qquad c = \frac{1}{n_e - d'}.$$

» La valeur de φ pour l'incidence $i = 0$, et pour l'incidence $i = 6°30'$ (axe optique dans l'air) permet de trouver les indices et les vitesses

$$n_0 - D = 1,49259, \qquad a = 0,66998,$$
$$n_0 - d = 1,49264, \qquad b = 0,66995,$$
$$n_e - d' = 1,50177, \qquad c = 0,66588.$$

» Pour apprécier l'énergie de la biréfringence du quartz comprimé (195^{kg} par centimètre carré), formons $\frac{(a-c)^3}{c^2}$; on trouve que cette expression est égale à 0,000038; et à l'état naturel elle a pour valeur 0,000034. La biréfringence augmente par la compression ([1]). »

OPTIQUE. — *Rendement photogénique des foyers de lumière.* Note de M. **A. Witz.**

« Nous savons calculer le rendement mécanique d'une machine thermique; mais quel est le rendement photogénique d'un foyer de lumière alimenté de calories? Les deux principes de la Thermodynamique permettent de déterminer le rendement d'un moteur à gaz donnant le cheval-heure par N litres de gaz; quel est le rendement d'un bec de gaz brûlant N litres par carcel-heure? Aucun physicien ne pourrait répondre à cette question, et c'est peut-être pour cela qu'on ne la pose pas.

» Ce n'est pas à dire que le rendement photogénique d'une source ne puisse être défini : c'est le rapport de l'énergie du mouvement lumineux à l'énergie disponible dans le foyer. Le second terme du rapport est connu par les calories dépensées à entretenir le foyer, mais nous ne pouvons calculer la force vive du mouvement lumineux parce que nous ne connaissons pas la masse de l'éther qui est ébranlée. Nous n'avons donc pas d'unité absolue de quantité de lumière; nous n'apprécions ces quantités que par le degré d'excitation plus ou moins grand du nerf optique; cela permet une comparaison, mais non pas une mesure absolue.

» Il est vrai qu'on pourrait déterminer indirectement le rendement d'un foyer de lumière. Supposons qu'il existe une source dont toute l'énergie se transforme en chaleur lumineuse, et dont le spectre soit entièrement composé de radiations calorifiques lumineuses à l'exclusion des radiations calorifiques obscures et des radiations chimiques obscures : le rendement de cette source serait égal à l'unité. Le rapport des carcels produits aux calories dépensées serait donc maximum et il servirait de base de comparaison pour toutes les sources dont on connaît la puissance lumineuse par calorie. Malheureusement cette source type dont nous admettons l'exis-

---

([1]) Ce travail a été effectué à la Faculté des Sciences de Marseille, dans le laboratoire de M. Macé de Lépinay.

tence est encore à découvrir. Nous n'ignorons pas que MM. Langley et Very ont observé à la Havane un *Pyrophorus noctilucus* n'émettant que des radiations lumineuses; mais quelle est l'énergie dépensée par cet être pour développer l'équivalent du carcel-heure?

» Pour l'instant, il faut donc se contenter de mesurer les rendements relatifs des diverses sources; voici les valeurs que nous trouvons pour quelques-unes d'entre elles :

Sources.	Dépense.	Calories transformées.	Intensité en carcels.	Calories par carcel-heure.
Bougie de l'Étoile	$10^{gr},5$ par heure	110	$\frac{1}{6,5}$	716
Bec de gaz Bengel	105^{lit} de gaz par heure	567	1	567
Bec à récupération	35^{lit} de gaz par heure	189	1	189
Lampe électrique à incandescence	3,5 watts par bougie	3,1	$\frac{1}{6,5}$	20
Arc voltaïque	4,5 watts par carcel	4	1	4

» Si donc le rendement absolu de l'arc voltaïque était égal à 0,5, et cette valeur est un maximum, celui d'une bougie de stéarine serait de 0,01; on aurait 0,02 pour les meilleures lampes intensives à récupération. L'énergie disponible dans les foyers de lumière, est donc fort mal utilisée par eux : le fait était connu.

» Voici, du reste, une expérience qui permet de s'en rendre compte :

» Ayant été amené à étudier une installation d'éclairage électrique faite à Lille, par des arcs et des lampes à incandescence, au moyen d'un moteur à gaz actionnant une dynamo, j'ai pu comparer la quantité de gaz consommée dans ces conditions à celle que nécessitait l'alimentation des becs de gaz et des lampes intensives à récupération placées précédemment dans ces mêmes locaux.

» 16 arcs et 71 lampes de 16 bougies remplaçaient 6 fortes lampes Sée à double récupération, 91 becs et 19 papillons; les appareils électriques distribuaient 15 pour 100 de lumière de plus que les appareils à gaz, ainsi que je m'en suis assuré par des mesures comparatives de l'éclairement des planchers, et de plus ils desservaient quelques pièces dans lesquelles on n'avait placé aucun bec de gaz. Or, dans ces conditions, la consommation du moteur n'était que de $21\,500^{lit}$ par heure, tandis que les becs brûlaient $26\,000^{lit}$. Ainsi donc, quand on emploie le gaz à créer de la force motrice à l'effet d'actionner une dynamo pour alimenter des foyers électriques, on dépense 17 pour 100 de gaz de moins qu'en brûlant ce gaz directement aux becs et l'on produit beaucoup plus de lumière.

» En d'autres termes, malgré l'emploi de deux intermédiaires, moteur et dynamo, le rendement de cet ensemble complexe est encore fort supérieur à celui des brûleurs à gaz : le résultat est paradoxal, mais rigoureusement vrai.

» La supériorité du rendement du système moteur-dynamo-lampe nous fournit une base d'évaluation pour le rendement photogénique du gaz brûlé dans les appareils d'éclairage.

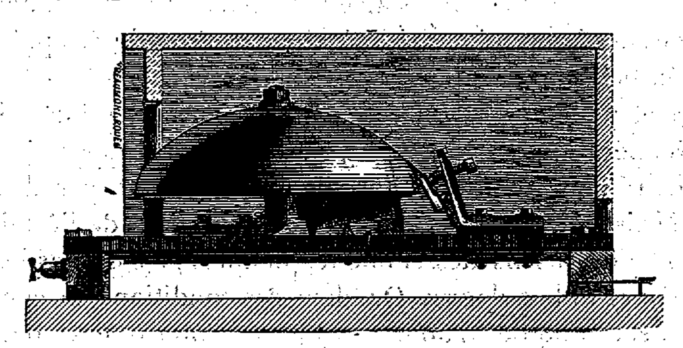
» Un bon moteur rend 20 pour 100; la transmission et la dynamo 75, la canalisation et les lampes 70 :

$$0,20 \times 0,75 \times 0,70 = 0,105.$$

» Admettons que le rendement photogénique soit de 50 pour 100, dans les appareils électriques; le rendement absolu du système serait donc égal tout au plus à 0,05, et nous devons conclure de cette comparaison que le rendement des becs de gaz est encore très notablement inférieur à ce chiffre. Ce résultat concorde avec les conclusions de nos précédents calculs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un timbre électro-magnétique.* Note de MM. GUERRE et MARTIN, présentée par M. A. Cornu.

« L'*avertisseur chantant* est un timbre d'acier dont les vibrations sont entretenues électriquement par un électro-aimant.



» Le son (bourdon) ainsi obtenu est d'une intensité et d'une pureté remarquables, surtout si on le compare à celui d'un diapason de même période; comme avertisseur, l'appareil donne un appel agréable, musical et non déchirant comme celui de la sonnerie à trembleur.

» La stabilité du mouvement vibratoire permet d'en étudier facilement les lois, de déterminer aisément les lignes nodales, etc.

» Le principe de cet appareil a été appliqué, sous le nom de *palsiphone*, à l'entretien des vibrations de tout genre produites par des cordes, des diapasons, des lames, des plaques, etc.; en particulier, il se prête aisément à la construction d'un instrument de musique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'électricité atmosphérique.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. E. Mascart.

« On admet généralement qu'il existe pour l'électricité atmosphérique une variation diurne normale, correspondant à un temps calme et à un ciel serein : la discussion des observations, poursuivies à Lyon depuis 1884, avec l'électromètre enregistreur de M. Mascart, ne confirment pas cette manière de voir.

» Choisissons en effet, parmi les jours sans brume de temps calme et de ciel serein (¹), ceux pour lesquels le vent général de la journée vient des régions nord ou des régions sud (c'est la presque totalité), et déterminons séparément la variation diurne moyenne qui correspond à chacun de ces groupes pour les saisons de printemps, d'été et d'automne. Nous obtiendrons ainsi des courbes analogues à celles de la *fig.* 1 et qui mettent en évidence une variation diurne très différente dans l'un ou l'autre groupe, l'amplitude de l'oscillation diurne y étant environ trois fois plus grande que l'amplitude nocturne par le vent de sud, tandis que, par le vent de nord, c'est au contraire l'amplitude nocturne qui est triple de l'autre.

» L'adjonction, à ces jours calmes, des jours beaux où le vent souffle plus ou moins fortement (*fig.* 2), ne change point l'allure générale de la variation diurne; la différence caractéristique que nous venons de signaler y persiste et sensiblement avec les mêmes limites. La variation électrique diurne, dite *normale*, est donc la combinaison de deux modes différents entre eux et répondant, d'ailleurs, à deux distributions différentes des pressions relativement au lieu d'observation.

(¹) Pour nous le temps est calme et le ciel serein, si : 1° à aucun moment de la journée la vitesse du vent ne dépasse $2^{m},50$ (calme ou vent faible); 2° sur nos treize observations quotidiennes de nébulosité, une seule donne une valeur au plus égale à 0,1.

» Cette conclusion n'est point limitée au potentiel électrique : la même méthode de division, appliquée pour les mêmes jours à la pression barométrique et au poids de la vapeur d'eau contenue dans un volume déterminé d'air, fait aussi apparaître, pour chacun de ces éléments météorologiques,

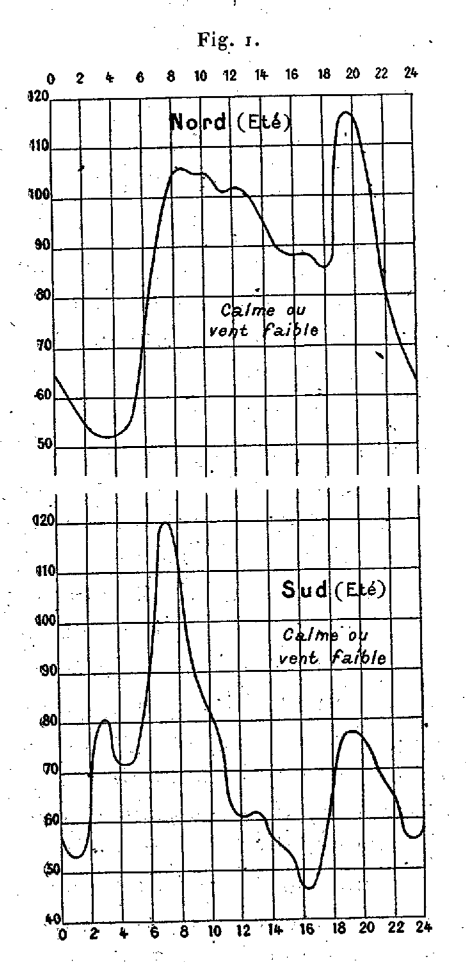


Fig. 1.

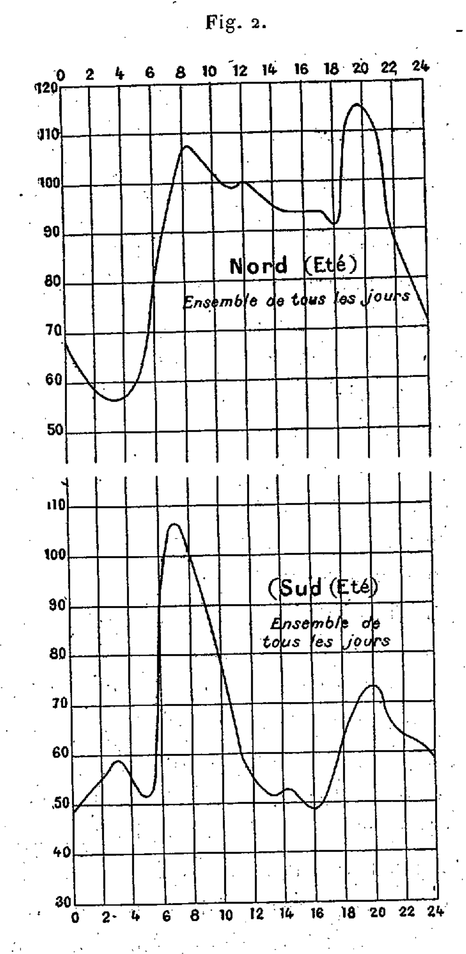


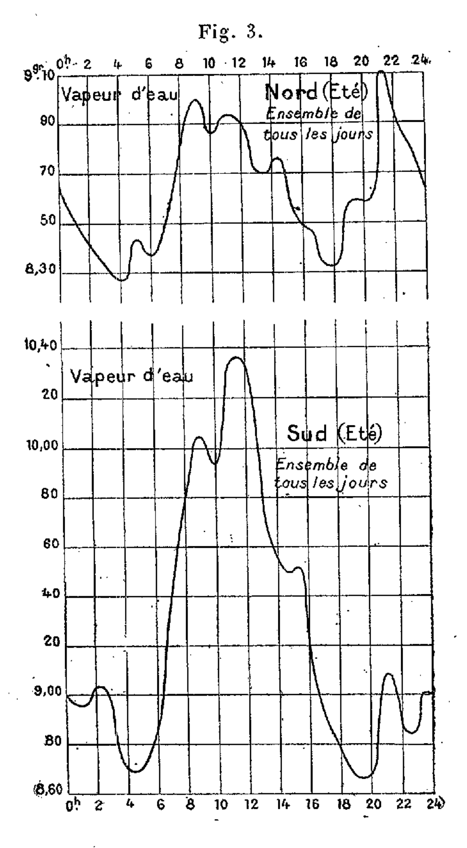
Fig. 2.

deux variations diurnes différentes. Le fait est surtout remarquable pour le poids de la vapeur d'eau (*fig.* 3), dont les variations diurnes sont sensiblement parallèles à celles du potentiel électrique.

» De même, les marches annuelles de l'humidité relative et du potentiel électrique sont tellement analogues que leurs courbes représentatives (*fig.* 4 et 5) semblent calquées l'une sur l'autre.

» Tels sont les faits principaux constatés à l'Observatoire de Lyon; ils

Fig. 3.



semblent impliquer l'existence de relations étroites, entre les variations et

Fig. 4.

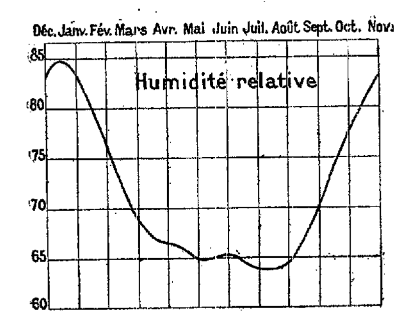
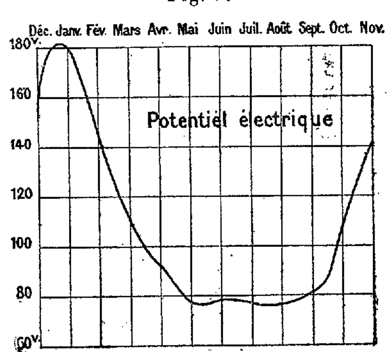


Fig. 5.



leurs causes, des trois phénomènes physiques qui précèdent; il serait donc

très intéressant de savoir si la discussion des observations des autres stations électriques françaises conduit à des résultats analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation des corps azoïques.* Note de M. CHARLES LAUTH, présentée par M. Schützenberger.

« L'oxydation des corps azoïques paraît avoir été jusqu'ici l'objet de peu de recherches : on ne relève guère, sur ce sujet, dans la bibliographie, que les travaux de Zincke et ceux de Heumann et Bohn ; il m'a paru intéressant de combler cette lacune.

» D'une façon générale j'ai constaté que, lorsqu'on soumet ces substances à froid à l'action de divers agents oxydants, le groupement azoïque se scinde en donnant, d'une part, un corps diazoïque, et, d'autre part, des corps de la série quinonique ; j'ai essayé les oxydants alcalins et les oxydants acides : les uns et les autres donnent des résultats analogues, mais les premiers, facilitant beaucoup la décomposition des diazoïques, doivent être écartés ; j'ai adopté, dans mes expériences, le bioxyde de plomb en présence d'acides, particulièrement SO^4H^2.

» Prenons, comme exemple, l'azobenzoldisulfo-β-naphtol

$$C^6H^5-Az^2-C^{10}H^4\beta OH^2(SO^3Na);$$

on le dissout dans 30 parties d'eau; au mélange, on ajoute 2 parties d'acide sulfurique à 66° et 1 partie d'oxyde puce, tendre; la liqueur, d'un orangé très rouge, avant l'addition de l'oxydant, se décolore rapidement (instantanément si l'on augmente la proportion de PbO^2) et devient jaune citron, sans dégagement sensible de gaz si l'on opère à froid; séparée de l'excès d'oxyde et du sulfate de plomb par filtration, elle présente tous les caractères de diazobenzol; abandonnée à elle-même, elle se décompose en dégageant de l'azote. Cette décomposition est immédiate si l'on chauffe, et l'on peut très aisément constater la présence du phénol en distillant le liquide : les premières portions présentent l'odeur caractéristique de ce corps; elles donnent, avec le chlorure de chaux, une coloration violette, et précipitent par l'eau de brome, etc. D'autre part, la liqueur diazoïque, traitée par des phénols alcalins, des phénols sulfoconjugués ou des amines, donne des matières colorantes azoïques ; en y ajoutant, par exemple, une dissolution de disulfo-β-naphtol, on régénère l'azobenzoldisulfonaphtol qui a servi de point de départ et on l'obtient en quantité presque théorique. La réaction est donc des plus nettes.

» Elle réussit également bien avec les corps substitués dans le groupement diazoïque : le corps connu sous le nom d'orangé I (benzolsulfoazo-α-naphtol

$$C^6H^4SO^3Na-Az^2-C^{10}H^6.OH),$$

traité comme il a été dit plus haut, mais avec des proportions d'oxydant un peu plus fortes, se comporte de même, bien qu'un peu plus lentement; la liqueur diazoïque ne peut plus fournir à la distillation du phénol, puisqu'il se forme de l'acide parasulfophénique, mais elle donne, avec les amines et les phénols, les azoïques connus.

» Citons enfin, comme dernier exemple, le benzosulfoazophénol

$$C^6H^4SO^3Na - Az^2 - C^6H^4OH,$$

matière colorante jaune d'or; après oxydation, la liqueur, dans laquelle on constate aisément les caractères diazoïques, fournit, si on lui ajoute de l'α-naphtolate de sodium, une matière colorante orangée, l'orangé I

$$C^6H^4SO^3Na - Az^2 - C^{10}H^6OH,$$

dont les propriétés tinctoriales, ainsi que les réactions avec les acides et les alcalis, comparées avec celles du benzosulfoazo-α-naphtol ordinaire, ont été trouvées identiques avec celles de ce produit.

» La réaction que je signale a été appliquée à un très grand nombre d'azoïques : aux combinaisons amidoazoïques, oxyazoïques, azoïques carboxylées, de même qu'aux azoïques non substitués, comme l'azobenzol : elle a réussi dans tous les cas. On s'en assure en étendant sur un morceau de papier buvard une goutte du mélange provenant de l'oxydation; par capillarité, le liquide incolore se sépare des matières insolubles et si l'on touche le papier avec une solution d'amine, de phénol ou d'autres réactifs appropriés, on voit se former à la jonction des deux liquides une zone, de coloration intense, variable selon la nature des agents employés et caractéristique en général.

» Quelquefois l'oxydation est assez vive et le dégagement d'azote se fait rapidement, d'autres fois la décomposition doit être facilitée par l'emploi de liqueurs plus concentrées ou par une légère élévation de température, mais je n'ai pas trouvé dans les trente et quelques matières de types les plus divers, avec lesquelles j'ai expérimenté, une seule d'entre elles qui ait donné des résultats négatifs; il me paraît donc qu'on peut considérer cette réaction comme caractéristique des azoïques.

» Je n'ai parlé jusqu'ici que de l'un des produits du dédoublement; l'autre groupement est oxydé et, parmi les produits de cette oxydation, se trouvent les quinones.

» Il convient de les rechercher soit dans le liquide filtré, soit dans le résidu de la filtration : cela dépend naturellement de leur solubilité dans l'eau; ainsi, dans l'oxyda-

tion du benzolsulfoazophénol, la partie insoluble n'a rien cédé aux véhicules employés, mais le liquide filtré battu avec de l'éther lui a abandonné de la quinone dont on a établi la nature par l'odeur, l'aspect, le point de fusion, la volatilité, etc.; au contraire, dans l'oxydation du benzolsulfoazo-α-naphtol, c'est dans le résidu qu'on trouve la majeure partie des produits d'oxydation; l'éther en extrait une forte proportion d'α-naphtoquinone; avec l'amidon-azobenzol on trouve dans le liquide diazoïque plusieurs corps cristallisés dont l'examen m'occupe en ce moment.

» On peut formuler la réaction par l'équation générale

$$\underbrace{C^6H^5 - Az^2 - C^{10}H^6OH}_{\text{Azoïque.}} + 3SO^4H^2 + 2PbO^2$$

$$= \underbrace{C^6H^5Az^2SO^3H}_{\text{Sulf. de diazobenzol.}} + \underbrace{C^{10}H^6O^2}_{\text{Naphto-quinone.}} + 2SO^4Pb + 3H^2O,$$

mais il est aisé de comprendre qu'on obtienne en même temps soit des produits intermédiaires si la quantité d'oxydant est insuffisante, soit des corps dissous tétrazoïques par l'action du diazoïque sur les matières mises en œuvre.

» Les expériences qui précèdent fournissent un moyen de caractériser les corps azoïques, par leur transformation en diazoïques et par suite en matières colorantes; elles donnent en outre un moyen rapide de préparer les quinones à l'état de pureté ([1]). »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la formation du mésentère et de la gouttière intestinale dans l'embryon de la poule.* Note de M. **Dareste**.

« J'ai découvert, en 1866, la dualité primitive du cœur de l'embryon de la poule en colorant, par la teinture d'iode, les tissus embryonnaires complètement transparents au début de l'évolution.

» Ce procédé de coloration, dont je me sers journellement dans mes recherches d'Embryogénie et de Tératogénie, permet de voir un très grand nombre de détails d'organisation qui, autrement, resteraient inaperçus, et sans qu'il soit nécessaire de recourir à la méthode des coupes, dont l'emploi présente souvent des difficultés plus ou moins considérables.

([1]) Laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

» J'ai constaté, par cet emploi de l'iode, un fait qui a échappé à tous les embryogénistes et qui met en pleine évidence la formation du mésentère et de la gouttière intestinale.

» Quand on observe, par la face ventrale, un embryon de poule au troisième jour de l'incubation, on voit, dans l'axe du corps, une gouttière longitudinale qui s'étend, à partir de l'orifice de l'intestin antérieur, jusqu'à l'extrémité caudale. Cette gouttière est la *gouttière abdominale*. On voit, au fond de cette gouttière, la corde dorsale et les deux séries de protovertèbres qui apparaissent au-dessous de la couche entodermique, mais rien de plus.

» Alors la coloration par l'iode fait apparaître deux lignes à peu près parallèles qui s'étendent, de chaque côté de la corde dorsale, sur les deux séries de protovertèbres. Un peu plus tard ces deux lignes s'unissent à leurs extrémités antérieures, de manière à n'en former qu'une. Puis cette union des deux lignes se continue peu à peu d'avant en arrière; de telle sorte qu'à un certain moment elles sont remplacées par une ligne unique qui s'étend dans toute la longueur de la gouttière abdominale, laquelle est alors recouverte par une nouvelle gouttière, la gouttière intestinale.

» Ces lignes n'ont été décrites ni figurées nulle part. Elles représentent le bord interne des splanchnopleures lorsqu'elles se replient de dehors en dedans et viennent à la rencontre l'une de l'autre pour former le mésentère et la gouttière intestinale. Les parties de ces replis qui marchent de dehors en dedans sont les feuillets du mésentère qui, d'abord, laissent entre eux un espace vide, le vide du mésentère, puis qui s'unissent dans toute leur étendue. Les parties de ces replis qui s'écartent l'une de l'autre en divergeant forment la paroi de la gouttière intestinale.

» Ces faits ont été décrits par Baer, en 1828, avec une très grande exactitude. Mais il n'a pas indiqué les procédés techniques dont il s'est servi pour faire cette description. Dans tous les Traités d'Embryogénie qui ont paru depuis cette époque, la formation du mésentère et de la gouttière intestinale n'est indiquée que d'une manière très incomplète. La coloration par l'iode permet de voir ces faits immédiatement, sans difficulté.

» Je dois ajouter que cette coloration, qui donne des résultats si nets, n'est pas durable, et que les pièces, ainsi préparées, ne peuvent pas se conserver. Était-il possible d'obtenir des préparations colorées autrement, et dans lesquelles les faits que je viens de mentionner seraient indéfiniment visibles? Je n'y suis parvenu que très rarement, et seulement par l'emploi de l'acide osmique; mais tous les micrographes qui se servent de cet

acide savent combien il est difficile d'avoir une coloration qui possède exactement le degré d'intensité que l'on veut obtenir.

» En terminant cette Note, je dois signaler un fait qui résulte de cette union des deux splanchnopleures pour la formation de la gouttière intestinale : c'est l'union des deux moitiés de l'aire vasculaire. Il y a là un fait qui n'a été signalé nulle part, et qui a cependant une grande importance.

» L'aire vasculaire se produit dans le feuillet inférieur des lames latérales, celui qui forme les splanchnopleures. Or, si l'on fait abstraction de la partie postérieure des lames latérales, celle qui est placée en arrière de l'extrémité caudale de l'embryon, et dans laquelle ces deux lames sont continues dès leur apparition, elles sont partout ailleurs, à leur début, complètement distinctes l'une de l'autre. Il en résulte que l'aire vasculaire, c'est-à-dire l'ensemble des vaisseaux qui se développent dans les splanchnopleures, est primitivement double, et qu'elle n'arrive que plus tard à l'unité. Or, cela se fait de diverses manières. Dans la région thoraco-abdominale, l'union se fait dans l'épaisseur de la lame qui forme le fond de la gouttière intestinale. Dans toute la partie des lames latérales qui se produit au-dessous et en avant de la tête, l'union des aires vasculaires résulte de l'union des deux prolongements antérieurs des lames latérales que j'ai fait connaître dans mes recherches sur la formation du cœur. La formation du cœur lui-même, dans la chambre cardiaque, n'est, en réalité, qu'un épisode de cette conjugaison, sur la ligne médiane, des deux aires vasculaires et des splanchnopleures au sein desquelles elles se sont formées.

» Il faut encore ajouter que cette conjugaison des deux moitiés de l'aire vasculaire nous explique comment les vaisseaux omphalo-mésentériques deviennent asymétriques à un certain moment, parce que l'un de ces vaisseaux peut alors suppléer celui qui s'est atrophié.

» J'ai vu, dans certains cas tératologiques, l'extrémité caudale de l'embryon s'invaginer entre les deux feuillets du mésentère qu'elle maintient écartés et faire hernie dans la cavité abdominale. C'est un fait absolument comparable à celui que présente la tête dans la curieuse monstruosité que j'ai désignée sous le nom d'*omphalocéphalie*. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'aiguillon de l'*Heterodera Schachtii. Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Chauveau.

« Vivant aux dépens de diverses plantes et particulièrement de la Betterave, causant ainsi dans les cultures des ravages souvent considérables,

l'*Heterodera Schachtii* s'est imposé, depuis quelques années, à l'attention des agriculteurs et des zoologistes; mais il semble avoir été souvent confondu avec d'autres Anguillules, car les descriptions qui en ont été données sont assez différentes et parfois inexactes.

» C'est ainsi que récemment on le représentait comme inerme; en réalité, ce Nématode est armé d'un aiguillon ou stylet qui, par ses dispositions anatomiques et son mode de fonctionnement, offre un intérêt spécial.

» Si l'on pratique sur un mâle adulte une section verticale de la région céphalique, on constate que la bouche ne donne pas immédiatement accès dans le tube digestif; elle s'ouvre sur un vestibule destiné à loger l'aiguillon et au delà duquel commencera seulement le conduit pharyngien.

» L'aiguillon comprend deux parties : la lame et l'apophyse. La lame est plate supérieurement, triangulaire inférieurement. L'apophyse porte trois éminences sphéroïdales destinées à des insertions musculaires et donnant naissance aux trois côtes qui font saillie sur la partie inférieure de la lame.

» Brunâtre, très élastique, de structure chitineuse, l'aiguillon est percé d'un canal central. Deux groupes de muscles le mettent en mouvement.

» Les muscles protracteurs prennent leur insertion supérieure au-dessous de la coiffe céphalique, et leur insertion inférieure sur l'apophyse. En se contractant, ils entraînent donc le stylet vers la bouche.

» Les muscles rétracteurs se fixent, d'une part, sur la région moyenne de la lame; d'autre part, sur la paroi somatique latérale. Ils agissent pour ramener le stylet de dehors en dedans.

» Le remarquable dimorphisme sexuel qui caractérise l'*Heterodera Schachtii* se reflète sur cet organe, qui se montre dissemblable dans les deux sexes. On vient de voir ses dispositions essentielles chez le mâle. Elles sont notablement modifiées chez la femelle : la lame y présente, dans sa partie inférieure, non plus trois, mais six arêtes saillantes; quant aux trois saillies de l'apophyse, elles sont dédoublées ou tout au moins bifides; les muscles sont moins puissants; l'organe, pris dans son ensemble, est toujours plus petit et plus faible.

» Son rôle est, en effet, plus limité chez la femelle, qui ne s'en sert que pour ponctionner la plante afin d'y puiser les liquides nécessaires à son alimentation. Chez le mâle, il doit, en outre, intervenir tout spécialement à une certaine époque de l'évolution.

» Dans les conditions normales, l'*Heterodera Schachtii* ne peut atteindre son entier développement qu'après avoir accompli un stage dans le parenchyme de la Betterave. C'est là, vivant en parasite, qu'il complète son or-

ganisation, quel que soit son sexe. Mais ce qui diffère, c'est la manière dont s'accomplit l'exode de l'helminthe, lorsqu'il émigre de la plante nourricière pour gagner la terre ambiante où l'accouplement a lieu.

» La femelle demeure alors passive : distendue par le rapide développement des œufs, elle devient sphéroïdale, exerçant sur les tissus corticaux une pression qui ne tarde pas à déterminer leur rupture et la mise en liberté de l'Anguillule. Cela est moins simple pour le mâle : demeuré grêle et vermiforme, il doit se frayer activement un passage à travers les tissus de la plante; il n'y parvient qu'en les perforant par le choc répété de son aiguillon.

» On s'explique maintenant les différences que cet organe présente chez les deux sexes. Des considérations analogues permettent de comprendre son inégale puissance dans les deux formes larvaires.

» Éminemment agile, vivant d'abord librement dans la terre et devant pénétrer plus tard dans la plante où s'opérera sa métamorphose, la première larve possède un puissant aiguillon qui est presque semblable à celui du mâle adulte.

» La seconde larve étant, au contraire, sédentaire et parasite, son mode de vie retentit sur la constitution de son aiguillon, petit et flexible.

» Mais comment ce stylet peut-il se modifier ainsi successivement? D'origine tégumentaire, il suit le sort de la cuticule, l'accompagnant dans les mues auxquelles elle se trouve soumise et reparaissant sous une forme nouvelle, après chacune des métamorphoses de l'*Heterodera Schachtii*.

» Les faits résumés dans cette Communication semblent donc doublement instructifs : ils n'expliquent pas seulement les migrations et l'action nocive de l'helminthe; ils présentent, en outre, l'exemple très net d'un organe se transformant dans la même espèce pour s'adapter aux différentes conditions biologiques qui lui sont imposées durant les stades successifs de son cycle évolutif. »

BOTANIQUE. — *Sur les Cladosporiées entomophytes, nouveau groupe de Champignons parasites des Insectes.* Note de M. **Alfred Giard**.

« J'appelle *entomophyte* tout végétal vivant sur un insecte vivant, quelles que soient, d'ailleurs, l'influence exercée par le végétal sur l'insecte et l'étroitesse des liens qui les rattachent l'un à l'autre. En laissant de côté les Bactériacées, qui sont des Algues, les Sporozoaires, dont la position systématique est encore mal définie, et les Mucorinées, dont une seule espèce, *Mucor Pontiæ* Sorok., végète sur un insecte vivant, on peut dis-

tinguer trois familles de Champignons entomophytes : 1° les Laboulbéniacées, qui sont seulement *entomonastes* et n'ont sur leurs hôtes d'autre action que celle d'un corps étranger quelconque fixé sur la cuticule; 2° les Entomophthorées, qui sont *entomophages*, c'est-à-dire tuent fatalement l'insecte infesté, détruisent ses tissus et ne peuvent vivre sur aucun autre substratum, au moins pendant une certaine période de leur existence; 3° les Hypocréacées et les formes imparfaites (Isariées) qui s'y rattachent sans doute : *Botrytis, Isaria, Stilbum*. Ces derniers Cryptogames peuvent envahir les insectes vivants ; mais quelques-uns sont aussi capables de vivre sur leurs cadavres et souvent même sur des milieux artificiels.

» A côté de ces trois groupes d'entomophytes on peut en placer un quatrième, jusqu'à présent assez mal connu et dont les représentants ordinairement saprophytes sont susceptibles de vivre sur les insectes soit comme *entomonastes*, soit comme parasites superficiels, soit même comme *entomoctones*. Dans ce dernier cas le mécanisme de la mort est tout différent de celui qu'on observe dans l'infestation par les Entomophthorées ou les Isariées. Il n'y a pas destruction des tissus, mais obstruction graduelle des voies respiratoires par le mycélium du champignon et asphyxie de l'insecte infesté.

» Nous pouvons citer dès aujourd'hui cinq exemples appartenant à ce groupe de cryptogames, que nous désignerons sous le nom de *Cladosporiées entomophytes;* quatre d'entre eux ont été l'objet d'observations personnelles. Ces cinq espèces sont :

» 1° Le *Cladosporium parasiticum* Sorok., parasite du *Polyphylla fullo* L., décrit par N. Sorokine en 1871 : mycélium entortillé sur la peau de l'abdomen et sous les élytres du hanneton, foulon formé de filaments cloisonnés ne pénétrant jamais dans l'intérieur du corps : hyphes terminées par des chaînes de spores (1 à 5) ovoïdes simples ou cloisonnées longues de 15μ larges de 10μ. Épidémie observée aux environs de Kharkof (Russie) (¹).

» 2° Le *Penomyces telarium* Gd. Cette espèce a été décrite par nous en 1888 sous le nom d'*Entomophthora telaria* (²). Nous l'avons trouvée communément en septembre 1886 sur les coteaux boisés de Ganzeville, près Fécamp. Elle infestait surtout le *Ragonycha melanura* Fab., beaucoup plus rarement un hémiptère, le *Phygadicus urticæ* Fab.; les insectes morts

---

(¹) N. Sorokine, *Mycologicheskie Ocherkie*, p. 30; 1871. — Voir aussi : *Champignons parasites de l'homme et des animaux* (en russe), t. II, p. 350, *pl.* 30, *fig.* 702; 1883.

(²) Giard, *Sur quelques Entomophthorées* (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XIX, p. 301; 1888).

étaient fixés à la face inférieure des feuilles d'une Labiée, *Geleopsis tetrahit* L. dont les longs poils fournissaient des points d'appui à la toile produite par le champignon. Le mycélium forme un feutrage épais sur le pourtour de l'insecte; les spores ont 14μ de long sur 7μ de large, elles sont généralement monocellulaires; l'aspect microscopique du cryptogame rappelle le *Cladosporium nodulosum* Corda.

» 3° Le *Penomyces cantharidum* nov. sp. Les insectes infestés par ce champignon m'ont été envoyés par M. Durand, professeur à l'école de Viticulture de Beaune qui les a recueillis dans un bois voisin de cette ville en juin 1890, à la face inférieure des feuilles de noisetier. Ce sont des *Telephorus lividus* L. et surtout des *Ragonycha testacea* L. Comme pour l'espèce précédente et pour celle qui suit, les insectes morts sont fixés dans la même orientation que s'ils avaient été tués par une Entomophthorée, c'est-à-dire parallèlement à la nervure médiane, la tête tournée sur le pétiole ou, parallèlement aux nervures secondaires, la tête tournée vers la nervure médiane. Le mycélium pluricellulaire est très ramifié et d'une teinte rousse. Spores, simples ou bicellulaires, de taille très inégale (de 4 μ à 16 μ de long).

» 4° Le *Polyrhizium leptophyei* Gd. Nous avons décrit ailleurs et figuré avec soin ce champignon parasite d'un Orthoptère, *Leptophyes punctatissima* Bosc, au bois de Meudon ([1]).

» 5° Le *Lachnidium Acridiorum* nov. gen. et nov. sp. C'est le champignon très curieux trouvé récemment, par plusieurs observateurs, sur les criquets d'Algérie, mais dont MM. Künckel d'Herculais et Langlois ont les premiers reconnu les véritables affinités en le rapprochant du *Polyrhizium leptophyei*. Ce cryptogame est moins meurtrier que les espèces précédentes et il ne fait pas adhérer les criquets qu'il infeste aux objets sous-jacents. Ces deux particularités tiennent à la fois à la grande vigueur de l'insecte et au mode d'action du champignon ([2]).

» Le *Lachnidium* se présente sous deux formes que je n'ose séparer spécifiquement, en raison du polymorphisme ordinaire des Mucédinées.

» Le type A (forme *Cladosporium*) recouvre en général les côtés du thorax et de la tête, la base des élytres, les pattes postérieures et la partie dorsale des premiers anneaux de l'abdomen. Il forme surtout aux jointures,

---

([1]) A. Giard, *Sur quelques types remarquables de Champignons entomophytes* (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XX, p. 217 et *pl. V*; 1889).

([2]) Les criquets infestés m'ont été envoyés d'Alger le 20 juin par M. Künckel d'Herculais.

sur les membranes unissantes, des amas blanchâtres incrustants, d'aspect pulvérulent. Le microscope révèle un mycélium rampant assez rare, rempli de globules réfringents disposés en séries et des spores très nombreuses de deux sortes : les unes simples, ovoïdes, longues de 6μ environ; les autres divisées en deux par une cloison et légèrement étranglées au point de division, mesurant 8μ à 12μ. C'est, je pense, le type décrit par MM. Künckel et Langlois.

» Le type B (forme *Fusarium*) se trouve sur les cinq ou six derniers anneaux de l'abdomen, et principalement du côté ventral où il forme un duvet grisâtre assez long. Vu au microscope, le mycélium est formé de tubes longs, d'un diamètre assez uniforme, peu ramifiés. Les extrémités présentent des ramifications plus nombreuses, mais simples, et terminées généralement par une spore unique, quelquefois aussi par deux, trois et jusqu'à six spores disposées comme chez les *Verticillium*. Les spores sont quelquefois droites, mais le plus souvent courbées en croissant; les unes sont simples, les autres présentent une cloison, mais la cloison ne détermine aucun étranglement comme dans les spores cloisonnées du type A. La longueur des spores varie de 12μ à 28μ au moins.

» Je n'ai pas réussi à cultiver le type A; mais le type B m'a fourni, sur gélatine et sur agar, de belles cultures, dont les spores en croissant tantôt terminales, tantôt latérales, sont longues de 25μ à 35μ et présentent souvent 3 ou 4 cloisons. Le milieu de culture prend rapidement une belle teinte jaune ambrée.

» L'expression de Cladosporiées entomophytes n'a qu'une signification provisoire comme celle d'Isariées entomophytes dont on s'est souvent servi. Peut-être le *Lachnidium* des criquets devra-t-il être séparé des genres plus meurtriers, tels que les *Pénomyces*, pour être rapproché du cryptogame trouvé par M. Raphaël Blanchard sur la queue d'un lézard vert ([1]). Il y aurait lieu de comparer la dermatose de ce reptile aux déformations observées chez les criquets par MM. Künckel et Trabut. Au point de vue pratique, je pense, avec MM. Künckel et Langlois, qu'il y a peu d'espoir à fonder sur ces champignons pour la destruction des Acridiens d'Algérie. »

([1]) *Sur une remarquable dermatose causée chez le lézard vert par un champignon du genre* Selenosporium (*Mém. Soc. zoolog. de France*, t. III, p. 241; 1890).

BOTANIQUE. — *Contributions à l'étude de la différenciation de l'endoderme.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

« Plusieurs fois j'ai eu l'occasion de constater dans l'endoderme des inégalités de différenciation sur une même coupe transversale de la racine; tout récemment l'axe hypocotylé m'a montré un endoderme subérifié par places et, sur la même section, amylifère avec des parois ne se colorant pas par la fuchsine. Ce dernier cas a été vu dans une quinzaine de jeunes pieds de Radis et dans des plantules de Pommier; j'y reviendrai.

» Pour ce qui concerne la racine, ces différences ont été signalées ([1]); cependant, je crois que quelques-uns des faits que j'ai remarqués peuvent encore présenter de l'intérêt.

» En coupant une racine de Fève à différentes distances du sommet, j'ai dû remonter jusque vers 2^{cm} à $2^{cm},05$ avant de trouver un endoderme avec plis. A cette hauteur, les plis étaient situés en face du liber, tandis que, en face du bois, il n'y en avait pas encore. A 3^{cm}, l'endoderme était plissé, excepté en face de l'un des quatre faisceaux ligneux; on retrouvait cette même disposition à 4^{cm}, et ce n'est que vers 5^{cm} que tout l'endoderme était plissé.

» Sur une autre racine de Fève, poussée dans des conditions un peu différentes, les plis, apparus en face du liber au troisième centimètre, n'ont occupé tout l'endoderme que vers le sixième centimètre.

» Enfin, je possède les dessins de coupes d'une racine de Fève développée entre les cotylédons. L'apparition des plis n'y figure malheureusement pas, mais on y voit que, dès le troisième millimètre à partir du sommet, tout l'endoderme est plissé, que, entre 5^{mm} et 15^{mm}, quelques cellules endodermiques se subérifient, sur tout leur pourtour, en face du liber seulement. Ces dernières forment bientôt des arcs colorables par la fuchsine, tandis que les arcs opposés aux faisceaux ligneux sont formés de cellules dont les parois radiales présentent seulement des plis. C'est ce qui se voit de 15^{mm} à 35^{mm}.

» Deux choses ressortent de ce qui précède :

» 1° L'endoderme différencie ses parois de plus en plus en s'éloignant du sommet de la racine et d'abord en face des faisceaux libériens;

([1]) Ph. Van Tieghem, *Traité de Botanique*, 2e édition, p. 681; 1891.

2° Dans une même plante, cette différenciation s'accomplit à des distances du sommet qui peuvent être très différentes, suivant le mode de développement de la racine.

» J'ai retrouvé, dans d'autres plantes, des faits analogues, mais moins faciles à relier entre eux que ceux de la Fève, ou complètement isolés.

» Il peut être difficile de trouver la première apparition des plis et d'établir leurs rapports avec les faisceaux vasculaires. Voici un exemple :

» Une racine de *Rubus*, à $2^{mm},5$ du sommet, ne porte pas encore ces plis; de 3^{mm} à $3^{mm},5$, l'endoderme est complètement plissé aussi bien en face du bois que du liber. S'il y a une différence, c'est donc dans l'espace d'environ $0^{mm},5$ qu'elle se produit. C'est dans cet espace que, sur une série de coupes, j'en ai trouvé cinq me donnant la différence cherchée. La racine présente 5 faisceaux ligneux et 5 libériens. Dans deux des coupes, il n'y a que 3 arcs d'endoderme plissé; ces arcs correspondent au liber; dans deux autres, il y a seulement 4 arcs différenciés en face d'autant de faisceaux libériens; enfin la dernière coupe présente un endoderme plissé presque partout et il ne reste plus que 3 petits arcs dépourvus de plis, opposés à 3 faisceaux ligneux. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la destruction du* Peronospora Schachtii *de la betterave, à l'aide des composés cuivriques*. Note de **M. Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« C'est chose rare que de voir une campagne de culture betteravière se poursuivre, sans qu'au cours de cette campagne l'attention soit appelée sur l'apparition de quelque parasite soit animal, soit végétal. Les dégâts causés par ces ennemis de la plante sont quelquefois considérables; aussi s'en préoccupe-t-on d'abord au plus haut degré; mais, comme leur vie (exception faite pour les nématodes) est courte, en général, une fois le mal accompli, la préoccupation disparaît.

» Aussi lorsque, quelques années plus tard, le cultivateur voit le même parasite revenir, se trouve-t-il dépourvu comme au jour de sa première apparition; une étude suivie des circonstances dans lesquelles ce parasite a vécu, la vulgarisation des procédés employés pour le combattre auraient suffi à garantir contre les pertes qu'amène cette nouvelle invasion.

» Ces considérations m'ont engagé à faire connaître le succès que j'ai

obtenu, au cours de la campagne de 1890, en luttant contre un parasite de la betterave.

» En 1884, j'avais vu, à Joinville-le-Pont, mes betteraves sucrières attaquées brusquement par un champignon à développement rapide.

» Sur la face inférieure des jeunes feuilles encore droites, qui forment le bouquet central, avaient apparu les fructifications conidiales d'un cryptogame coloré en violet grisâtre. Ces fructifications avaient rapidement augmenté et, en quelques jours, s'étaient étendues sur les feuilles adultes qu'elles avaient finalement couvertes d'un duvet épais et velouté. Les feuilles étaient devenues cassantes, bientôt elles étaient mortes et la végétation s'était arrêtée.

» Consulté par moi sur la nature de ce parasite, mon collègue, M. Prillieux, l'avait aussitôt reconnu pour le *Peronospora Schachtii*, déjà signalé sur les cultures allemandes.

» Malheureusement, la saison était trop avancée alors pour que je pusse entreprendre de combattre le développement de ce champignon, que d'ailleurs depuis six ans je n'ai pas revu sur mes betteraves.

» L'année dernière, au commencement de juin, un de nos fabricants de sucre les plus éclairés, M. L. Lefranc, de Tracy-le-Val (Oise), m'informa que, sur quelques-uns de ses champs, venait d'apparaître un champignon qu'il ne connaissait pas et dont il m'apportait quelques spécimens. Dans ce parasite, je crus reconnaître le *Peronospora Schachtii*, que déjà j'avais observé en 1884, et bientôt M. Prillieux, à la compétence duquel je recourus, m'apprit que je ne m'étais pas trompé.

» L'analogie botanique de ce *Peronospora* avec le *Mildew* de la vigne, le *Phytophtora* de la pomme de terre, etc., me fit penser aussitôt que peut-être on pourrait en arrêter le développement en le combattant à l'aide des agents qui, vis-à-vis de ceux-ci, ont si bien réussi depuis quelques années, c'est-à-dire à l'aide des composés cuivriques.

» M. L. Lefranc adopta sans réserve ma manière de voir à ce sujet, et nous prîmes nos dispositions pour traiter comme des ceps de vignes ou des pieds de pommes de terre les betteraves contaminées.

» Le résultat de ce traitement a été immédiat et complet; c'est une bouillie à 3 pour 100 de sulfate de cuivre et 3 pour 100 de chaux qui y a été employée.

» La pièce la plus fortement atteinte mesurait 14 hectares; la proportion des pieds sur lesquels le champignon était déjà largement développé

s'élevait à 4 pour 100. Un ouvrier, le pulvérisateur au dos, dirigeant sa lance tantôt à droite, tantôt à gauche, servait ainsi quatre lignes à la fois. Les pieds franchement atteints étaient arrosés largement : les voisins, non envahis encore, recevant par mesure préventive une légère aspersion.

» La quantité de bouillie employée a été de 5 hectolitres par hectare, et la dépense (main-d'œuvre et produits) n'a pas dépassé 14 francs pour cette surface.

» Aussitôt après le traitement, la maladie a disparu, et la végétation a repris sa marche normale; des betteraves malades et non traitées avaient été conservées comme témoins, si bien qu'en fin de campagne, les résultats dus, d'un côté, à la présence du parasite, d'un autre, à l'action des composés cuivriques, ont pu être mesurés avec précision. Le Tableau ci-dessous résume ces résultats :

Betteraves moyennes.	Poids de la plante entière.	Poids des racines.	Poids des feuilles.	Densité du jus.	Sucre pour 100 de la betterave.
Non traitées.....	356gr	233gr	123gr	5°,8	9,94
Traitées.........	506	240	266	6,3	11,52
Normales.......	820	508	698	6,9	13,70

» Fortement attaquée par le *Peronospora Schachtii*, la plante, quoique traitée, n'a pu grossir sa racine, mais elle a doublé son appareil foliacé, et, de ce fait, la proportion de sucre contenu dans cette racine a augmenté de plus de 1,5 pour 100.

» De telle sorte que non seulement, par l'application de la bouillie cuivrique, les pieds indemnes ont été préservés de la maladie, mais encore les pieds les plus attaqués ont pu atteindre une richesse saccharine acceptable.

» La culture betteravière doit être reconnaissante à MM. Lefranc et Cie d'avoir bien voulu consentir à cette expérience dont il m'a paru utile de faire connaître le succès, en prévision du retour possible du *Peronospora Schachtii* sur nos champs de betteraves. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de l'exercice musculaire sur l'excrétion de l'azote urinaire*. Note de **M. Chibret**, présentée par M. Bouchard.

« L'exercice musculaire agit sur l'excrétion de l'urée selon l'état d'entraînement du sujet.

» Avec un entraînement suffisant, l'exercice musculaire, assez modéré

pour ne pas amener de courbature, détermine une augmentation de l'urée.

» Cette augmentation disparaît et fait place à une diminution à mesure que l'entraînement préalable est moindre ou que l'exercice augmente de façon à provoquer la courbature. En même temps, les variations de quantité des urates sont en raison inverse de celles de l'urée.

» En sorte que l'état d'entraînement réalise les conditions d'une oxydation plus complète de la matière azotée, et partant d'une utilisation *economique* de cette matière. En cas d'absence d'entraînement, au contraire, le travail musculaire s'effectue avec *gaspillage* de la matière azotée.

» La fièvre pathologique et même la courbature physiologique consécutive à l'exercice musculaire exagéré déterminent les mêmes changements dans l'excrétion de l'azote urinaire. »

M. **Dubois** adresse le résumé des essais qu'il a faits sur l'action insecticide de solutions de monosulfures de potassium ou de sodium.

La concentration a varié de 10° à 35° Baumé, suivant qu'il s'agissait de la destruction des pontes ou des insectes eux-mêmes. Ces expériences, faites surtout sur des Acridiens, ont montré que l'éclosion des œufs est empêchée par une légère pulvérisation d'une dissolution de monosulfure de potassium marquant 10° Baumé. Les insectes à l'état parfait sont en quelque sorte foudroyés par le même procédé, auquel ne résiste pas même le vigoureux lucane cerf-volant, malgré son épaisse carapace.

Ces expériences donnent l'idée qu'on pourrait détruire les Acridiens, qui dévastent les récoltes en Algérie, par un procédé économique dont l'emploi constituerait pour les plantes, dont la potasse est la dominante, un excellent engrais.

M. D. **Billy** adresse une Note sur le mouvement vibratoire qu'il obtient en posant un bloc de plomb rectangulaire en équilibre et à angle droit sur la partie cintrée d'une plaque de cuivre en forme de tuile, la plaque de cuivre ayant été chauffée entre 80° et 280° (1).

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

---

(1) Ce phénomène a déjà été observé, en 1831, par M. Trevelyan et étudié par Faraday. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juin 1891.

Éléments de la théorie des figures; par M. E. Fedorow. Saint-Pétersbourg, 1885; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Théorie de la symétrie; par M. E. Fedorow. Saint-Pétersbourg, 1890; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. — Rapports du jury international;* publiés sous la direction de M. Alfred Picard. Groupe de l'Économie sociale. Première partie. Premier fascicule. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCXCI; gr. in-4°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Tome XXXI. Première Partie. Genève, A. Cherbuliez; Paris, Fischbacher, 1890-91; gr. in-4°.

Les chemins de fer de l'Algérie-Tunisie. Leur état actuel, leur histoire et leur avenir; par J. Courau. Paris, J. Michelet, 1891; gr. in-8°.

Agriculture générale; par A. Boitel. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1891; in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

L'art de greffer; par Charles Baltet. 4e édition. Paris, G. Masson, MDCCCLXXXVIII; 1 vol. in-18. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1890. Châlons-sur-Marne, F. Thouille, 1891; in-8°.

Indications, contre-indications, marches et durées de la cure tonique de Royat dans le traitement de l'arthritisme, de l'anémie et de la neurasthénie; par le Dr H. Laussedat. Paris, G. Masson, 1891; br. in-8°.

La santé pour tous sans frais. Séb. kneip. Son nouveau traitement par l'eau froide et par l'hygiène naturelle. Considérations scientifiques, etc.; *par* A. Sandoz. Paris, 1891; br. in-8°. (Renvoi au concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

Période prémonitoire de la typhlite et de la pérityphlite chez les enfants.

Son traitement à Châtel-Guyon; leçon faite par le Dr JULES SIMON; par le Dr ALBERT DESCHAMPS. Paris, Doin, 1891; br. in-8°.

De la fluxion périodique du cheval; par le Dr E. ROLLAND; recueilli par M. ROUSSEAU. Paris, Asselin et Houzeau, 1891; br. in-8°.

Pubblicazioni della specola vaticana. Fascicole I. Roma, Tipografia vaticana, 1891; in-4°.

Index to the litterature of Thermodynamics; by ALFRED TUCKERMAN. Washington, published by the Smithsonian Institution, 1890; gr. in-8°.

Report of the sixtieth meeting of the British Association for the advancement of Science held at Leeds in september 1890. London, John Murray, 1891; gr. in-8°.

The Journal of the college of Science, Imperial University, Japan. Vol. IV, Part. I. Published by the University, Tokyo, Japan, 1891; in-4°.

Beobachtungen der Russischen Polarstation auf Nowaja Semlja. I. Theil. *Magnetische Beobachtungen bearbeitet; von* K. ANDREJEFF, 1891; in-folio.

Neue Rechnungsmethoden der höheren Mathematik; von Dr JULIUS BERGBOHM. Stuttgart, 1891; br. in-8°.

Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Herausgegeben von JAC. MOLESCHOTT. XIV. Band. Giessen, Emil Roth, 1891; br. gr. in-8°.

Ueber die Lösungen von Doppelsalzen; von J.-E. TREVOR. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1891; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 JUIN 1891.

Cours complet de viticulture; par G. FOEX. 3e édition. Montpellier, Camille Coulet; Paris, G. Masson, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1891. Tome IV. Première et deuxième Partie. Feuilles 1 à 13. Planches I à III. Paris, au siège de la Société, 1891; in-8°.

Travaux de l'Institut de Zoologie de Montpellier et de la Station maritime de Cette. Nouvelle série. Mémoire n° 2. *Études sur quelques points de l'Anatomie des Annélides tubicoles de la région de Cette (organe sécréteur du tube et appareil digestif); par* ALBERT SOULIER. Paris, Octave Doin, 1891; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

La géographie et la topographie au service du feld-maréchal de Moltke; par

M. LUDOVIC DRAPEYRON. Paris, Ch. Delagrave, 1891; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Royal irish Academy. « *Cunningham Memoirs.* » N° VI : *On the morphology of the duck and the auk tribes; by* W. KITCHEN PARKER. Dublin, 1890; in-4°.

Bidrag till kännodom af Finlands natur och folk, utgifna af Finska Vetenskaps-Societen. Helsingfors, 1889; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 22 juin 1891.)

Note de M. *A. Lacroix,* Sur les granites prétendus postsecondaires de l'Ariège (feuille de Foix) :

Page 1468, ligne 3 en remontant, *au lieu de* de celles qui ont été énumérées plus haut, *lisez* de celle des deux auteurs cités plus haut.

FIN DU TOME CENT-DOUZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1891.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXII.

A

B

C

D

E

F

G

H

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
16937 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.